



TUGAS AKHIR - RE 141581

APLIKASI MODEL DISPERSI PENCEMAR KONSERVATIF DARI AKTIVITAS LALU LINTAS DI WILAYAH SURABAYA TIMUR MENGGUNAKAN MODEL *GAUSS* TERMODIFIKASI

IRMA MUFLIAH
03211440000066

Dosen Pembimbing
Dr. Abdu Fadli Assomadi, S.Si., MT

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



TUGAS AKHIR - RE 141581

**APLIKASI MODEL DISPERSI PENCEMAR
KONSERVATIF DARI AKTIVITAS LALU LINTAS
DI WILAYAH SURABAYA TIMUR MENGGUNAKAN
MODEL GAUSS TERMODIFIKASI**

**IRMA MUFLIAH
0321144000066**

**Dosen Pembimbing
Dr. Abdu Fadli Assomadi, S.Si., MT**

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018**



FINAL PROJECT - RE 141581

**DISPERSION MODEL APPLICATION OF
CONSERVATIVE POLLUTANT FROM THE
TRAFFIC ACTIVITIES IN EAST SURABAYA AREA
USING MODIFIED GAUSS MODEL**

**IRMA MUFLIAH
03211440000066**

**Dosen Pembimbing
Dr. Abdu Fadli Assomadi, S.Si., MT**

**DEPARTEMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING
Faculty of Civil, Environmental, and Geo Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018**

LEMBAR PENGESAHAN

APLIKASI MODEL DISPERSI PENCEMAR KONSERVATIF DARI AKTIVITAS LALU LINTAS DI WILAYAH SURABAYA TIMUR MENGGUNAKAN MODEL GAUSS TERMODIFIKASI

TUGAS AKHIR

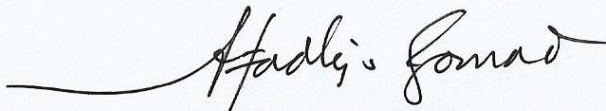
Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

IRMA MUFLIAH

NRP. 03211440000066

Disetujui Oleh Pembimbing Tugas Akhir:



Dr. Abdu Fadli Assomadi, S.Si., MT.

NIP. 19751018 200501 1 003



APLIKASI MODEL DISPERSI PENCEMAR KONSERVATIF DARI AKTIVITAS LALU LINTAS DI WILAYAH SURABAYA TIMUR MENGGUNAKAN MODEL GAUSS TERMODIFIKASI

Nama : Irma Muflihah
NRP : 03211440000066
Departemen : Teknik Lingkungan
Dosen Pembimbing : Dr. Abdu Fadli Assomadi, S.Si., M.T.

ABSTRAK

Pembangunan jalan lingkaran timur bagian tengah di wilayah Surabaya Timur berpengaruh besar terhadap pertumbuhan transportasi di sekitarnya. Hal ini juga berdampak pada peningkatan jumlah gas buang kendaraan bermotor di kawasan tersebut. Salah satu gas pencemar dari kendaraan bermotor adalah SO_2 yang berasal dari fungsi kandungan sulfur dalam bahan bakar dan pelumas. Untuk mengetahui kualitas udara di perkotaan membutuhkan biaya yang cukup mahal dan waktu yang lama. Selain itu, keterbatasan alat pemantau kualitas udara yang beroperasi di Surabaya dimana dari 7 alat pemantau kualitas udara hanya 3 yang masih beroperasi hingga saat ini. Kondisi tersebut menyebabkan minimnya informasi data yang diperoleh sebagai acuan dalam pengelolaan kualitas udara di Kota Surabaya. Sehingga pemodelan kualitas udara dapat dijadikan alternatif yang efektif untuk memprediksi kualitas pencemar udara di suatu wilayah dan persebarannya di lingkungan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pola persebaran pencemar SO_2 dari aktivitas lalu lintas di wilayah Surabaya Timur. Data yang dibutuhkan berupa *traffic volume* di jalan Dr.Ir.H.Soekarno yang merupakan jalan arteri primer serta beberapa jalan lain yang berpengaruh signifikan di wilayah Surabaya Timur. Sedangkan data-data lain seperti data meteorologi dari BMKG serta data kualitas pencemar dari SUF akan menjadi input untuk pembuatan model. Data yang digunakan yaitu data 1 tahun terakhir yaitu tahun 2017. Metode analisis data menggunakan metode *Gauss* yang telah dimodifikasi. Pengolahan data dimulai dengan menghitung beban emisi SO_2 yang dihasilkan oleh aktivitas lalu lintas. Kemudian dilanjutkan dengan pembuatan

windrose menggunakan data arah dan kecepatan angin dari BMKG. Hasil perhitungan tersebut dimasukkan ke dalam model *Gauss* menggunakan aplikasi Matlab. Selanjutnya verifikasi dilakukan dengan membandingkan data hasil model dengan data dari SUF 6. Hasil penelitian dari model ini menunjukkan bahwa beban emisi SO₂ tertinggi dihasilkan di jalan Dr.Ir.H.Soekarno sebesar 1,059 gram/detik. Nilai RMSE dan korelasi untuk musim kemarau sebesar 2,05 dan 0,8. Sedangkan nilai RMSE dan korelasi untuk musim hujan sebesar 3,67 dan 0,89.

Kata Kunci: emisi, *line source*, model dispersi, sulfur dioksida, *traffic volume*

DISPERSION MODEL APPLICATION OF CONSERVATIVE POLLUTANT FROM THE TRAFFIC ACTIVITIES IN EAST SURABAYA AREA USING MODIFIED GAUSS MODEL

Name of Student : Irma Muflihah
NRP : 03211440000066
Department : Environmental Engineering
Supervisor : Dr. Abdu Fadli Assomadi, S.Si., M.T.

ABSTRACT

The construction of the middle east ring road in the East Surabaya area has a great impact on the transportation growth around it. This also affects the increasing amount of vehicle exhaust gas in the area. One of the pollutant gas from motor vehicle is SO₂ derived from the sulfur in fuel and lubricants. The way to know the air quality of the urban area, it requires quite a lot of cost and long time. In addition, there is a limitation of air quality monitoring equipment operating in Surabaya in which from 7 air quality monitoring tools, only 3 of them are still operating today. Such condition causes the lack of information as a reference in the air quality management in Surabaya. Therefore, an air quality modeling could be an effective way to predict the air pollutants quality in an area and its distribution in the environment.

The purpose of this research is to know the distribution pattern of SO₂ pollutant from the traffic activity in East Surabaya area. The required data is in the form of traffic volume on Dr. Ir. H. Soekarno Street which is the primary arterial street and several other streets that have significant impact in East Surabaya area. Besides, other data such as meteorological data from BMKG and pollutant quality data from SUF used as the input for modeling. The data used is the last one year data which is the year 2017. Data analysis method used is Gauss method that has been modified. Data processing begins by calculating the SO₂ emission load generated by traffic activities. Then, it is proceed with wind rose making using direction data and wind speed from BMKG. The calculation results are incorporated into the Gauss model using Matlab application. Further verification is done by comparing data

model results to data from SUF 6. The results of this model showed that the highest emission load of SO₂ is 1,059 gram/second in Dr.Ir.H.Soekarno street. RMSE and correlation value for dry season is 2,05 and 0,8 while the correlation value for rainy season is 3,67 and 0,89.

Keywords: Emission, line source, dispersion model, sulfur dioxide, traffic volume

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kemudahan, petunjuk serta karunia-Nya sehingga tugas akhir ini dapat berjalan dengan lancar. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi syarat penulis menyelesaikan pendidikan sarjana di Departemen Teknik Lingkungan ITS.

Pengerjaan Tugas Akhir ini tentunya tidak lepas dari peran serta dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua penulis yaitu Bapak Arif Rachman dan Ibu Hamriyah yang telah memberikan dukungan penuh, baik doa maupun materi demi kelancaran pengerjaan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Abdu Fadli Assomadi, S.Si., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, saran dan arahan kepada penulis.
3. Bapak Dr. Eng. Arie Dipareza Syafei, S.T., MEPM., Bapak Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, M.T., Bapak Dr. Ir. Irwan Bagyo Santoso, M.T., dan Bapak Alfian Purnomo, ST., MT selaku dosen penguji. Saya mengucapkan terimakasih atas segala saran serta masukan yang telah diberikan.
4. Ibu IDAA Warmadewanthi, ST., MT., PhD selaku dosen wali yang telah memberikan nasihat dan motivasi selama masa perkuliahan.
5. Rekan-rekan bimbingan tugas akhir (Sita, Ilmi, Rafi, Ilham, Raihan, Anfa, Giffari) dan teman-teman mahasiswa Laboratorium Pengendalian Pencemaran Udara dan Perubahan Iklim.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih banyak kekurangan yang harus diperbaiki. Saran dan kritik yang membangun diharapkan untuk mengembangkan penelitian ini.

Surabaya, 24 Juli 2018

Penulis

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Gambaran Umum Wilayah Studi	5
2.2 Pencemaran Udara dan Jenis Sumber Pencemar	6
2.3 Faktor yang Mempengaruhi Persebaran Pencemar	8
2.4 Pencemaran Udara oleh SO ₂	9
2.4.1 Karakteristik SO ₂	9
2.4.2 Dampak SO ₂ Terhadap Kesehatan	10
2.4.3 Baku Mutu	10
2.5 Sistem Jaringan Jalan	10
2.6 Emisi dari Kendaraan Bermotor	11
2.6 Perhitungan Beban Emisi Kendaraan Bermotor	12
2.7 Model Dispersi Udara	14
2.8 Pemodelan <i>Gauss</i> dari Sumber Garis	14
2.9 Verifikasi Model	16
2.10 MATLAB (<i>Matrix Laboratory</i>)	17
BAB 3 METODE PENELITIAN	19
3.1 Lokasi Penelitian	19
3.2 Kerangka Penelitian	20

3.3	Studi Literatur	22
3.4	Pelaksanaan Penelitian	22
3.4.1	Model yang digunakan.....	22
3.4.2	Tahap Pengumpulan Data	23
3.4.3	Tahap Pengolahan Data dan Pembahasan	23
3.5	Pembuatan Model.....	28
3.5.1	Penentuan Data Parameter untuk Model	28
3.5.2	Menjalankan Model pada aplikasi Matlab.....	32
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		33
4.1	Gambaran Umum Daerah Penelitian	33
4.2	Pengolahan Data Sekunder.....	41
4.2.1	Pengolahan data volume kendaraan	41
4.2.2	Analisis Data Konsentrasi SO ₂ Pada SUF-6	42
4.2.3	Pengolahan data arah dan kecepatan angin	45
4.3	Perhitungan Beban Emisi (Q).....	49
4.4	Penentuan Faktor Pengali Beban Emisi.....	56
4.4	Analisis Hasil Model.....	68
4.5	Pembahasan Verifikasi Model	69
4.6	Verifikasi Menggunakan Data Terpilih.....	73
4.8	Pembuatan Skenario dan Overlay Model.....	77
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		97
5.1	Kesimpulan	97
5.2	Saran	97
DAFTAR PUSTAKA.....		99
BIOGRAFI PENULIS		137

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Batas Wilayah Surabaya Timur.....	5
Gambar 2. 2 Radius Jangkauan SUF-6	6
Gambar 2. 3 Skema Model Dispersi Pencemar Udara	15
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian	19
Gambar 3. 2 Alur kerangka penelitian.....	22
Gambar 3. 3 Contoh <i>Windrose</i> pada <i>WRPLOT View</i>	24
Gambar 3. 4 Sistem Koordinat Kartesius, Kedudukan <i>line source</i> (J), Penerima (P).....	25
Gambar 3. 5 Pola Dispersi Estimasi Konsentrasi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	27
Gambar 3. 6 Peta Wilayah Surabaya Timur.....	31
Gambar 4. 1 Trend Volume Kendaraan Jalan Kertajaya	36
Gambar 4. 2 Trend Volume Kendaraan Jalan Rungkut	36
Gambar 4. 3 Persentase Jenis Kendaraan Jalan Kertajaya	37
Gambar 4. 4 Persentase Jenis Kendaraan Jalan Rungkut.....	37
Gambar 4. 5 Volume Kendaraan Jalan Kertajaya	38
Gambar 4. 6 Volume Kendaraan Jalan Rungkut	39
Gambar 4. 7 Volume Kendaraan Jalan Dr.Ir.H.Soekarno	40
Gambar 4. 8 Volume Kendaraan Jalan Tol Waru Juanda	40
Gambar 4. 9 <i>Trend</i> Konsetrasi rata-rata SO_2 5 tahun terakhir ...	42
Gambar 4. 10 Konsentrasi SO_2 Bulan Oktober November Desember.....	43
Gambar 4. 11 <i>Windrose</i> Pada Musim Hujan.....	48
Gambar 4. 12 <i>Windrose</i> Pada Musim Kemarau	48
Gambar 4. 13 Grafik Derajat Kejenuhan dan Kecepatan Rata- Rata.....	50
Gambar 4. 14 Beban Emisi Beberapa Jalan di Wilayah Surabaya Timur	55
Gambar 4. 15 Beban Emisi Jalan Kertajaya pada Kedua Ruas ..	57
Gambar 4. 16 Kontur Dispersi Hasil Model di Musim Kemarau ..	68
Gambar 4. 17 Grafik RMSE dan korelasi pada Musim Kemarau	70
Gambar 4. 18 Grafik RMSE dan korelasi pada Musim Hujan.....	71
Gambar 4. 19 Kontur Dispersi Pencemar SO_2 pada Arah Angin Utara (Kemarau)	82

Gambar 4. 20 Kontur Dispersi Pencemar SO ₂ pada Arah Angin Timur Laut (Kemarau)	82
Gambar 4. 21 Kontur Dispersi Pencemar SO ₂ pada Arah Angin Timur (Kemarau)	83
Gambar 4. 22 Kontur Dispersi Pencemar SO ₂ pada Arah Angin Tenggara (Kemarau).....	83
Gambar 4. 23 Kontur Dispersi Pencemar SO ₂ pada Arah Selatan (Kemarau)	84
Gambar 4. 24 Kontur Dispersi Pencemar SO ₂ pada Arah Barat Daya (Kemarau)	84
Gambar 4. 25 Kontur Dispersi Pencemar SO ₂ pada Arah Barat (Kemarau)	85
Gambar 4. 26 Kontur Dispersi Pencemar SO ₂ pada Arah Angin Barat Laut (Kemarau).....	85
Gambar 4. 27 Kontur Dispersi Pencemar SO ₂ pada Arah Angin Utara (Hujan).....	86
Gambar 4. 28 Kontur Dispersi Pencemar SO ₂ pada Arah Angin Timur Laut (Hujan)	86
Gambar 4. 29 Kontur Dispersi Pencemar SO ₂ pada Arah Angin Timur (Hujan)	87
Gambar 4. 30 Kontur Dispersi Pencemar SO ₂ pada Arah Angin Tenggara (Hujan)	87
Gambar 4. 31 Kontur Dispersi Pencemar SO ₂ pada Arah Angin Selatan (Hujan)	88
Gambar 4. 32 Kontur Dispersi Pencemar SO ₂ pada Arah Angin Barat Daya (Hujan)	88
Gambar 4. 33 Kontur Dispersi Pencemar SO ₂ pada Arah Angin Barat (Hujan).....	89
Gambar 4. 34 Kontur Dispersi Pencemar SO ₂ pada Arah Angin Barat Laut (Hujan).....	89
Gambar 4. 35 Hasil Overlay Skenario Pada Musim Kemarau	91
Gambar 4. 36 Hasil Overlay Skenario Pada Musim Hujan	92
Gambar 4. 37 Lokasi Wilayah yang Melebihi Baku Mutu.....	94
Gambar 4. 38 Jarak Dispersi dari Jalan (Sumber Garis)	95

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Baku Mutu Udara Ambien SO ₂	10
Tabel 2. 2 Ekivalen Kendaraan Ringan Tipe Jalan 2/2 T	13
Tabel 2. 3 Ekivalen Kendaraan Ringan Tipe Jalan Terbagi.....	13
Tabel 2. 4 Faktor Emisi Kendaraan Bermotor di Indonesia	14
Tabel 3. 1 Data yang Dibutuhkan untuk Penelitian	23
Tabel 3. 2 Data Parameter yang diinput dalam Model	28
Tabel 3. 3 Nilai Faktor Mingguan	30
Tabel 3. 4 Koordinat Jalan dan Beban Emisi Rata-Rata.....	31
Tabel 4. 1 Daftar Jalan dan Kelas Jalan	33
Tabel 4. 2 Koordinat Jalan di Wilayah Surabaya Timur	34
Tabel 4. 3 Pemilihan Data Konsentrasi SO ₂ pada Musim Hujan	44
Tabel 4. 4 Data Kecepatan Angin Tanggal 1-7 Desember 2017	45
Tabel 4. 5 Data Arah Angin Tanggal 1-7 Desember 2017	46
Tabel 4. 6 faktor ekr Jalan Kertajaya.....	49
Tabel 4. 7 Faktor Koreksi Berdasarkan Kecepatan Rata-Rata ...	50
Tabel 4. 8 Nilai Kecepatan Rata-Rata Berdasarkan Derajat Kejenuhan	51
Tabel 4. 9 Nilai Faktor Koreksi Berdasarkan Kecepatan-Rata- Rata	52
Tabel 4. 10 Beban Emisi Beberapa Jalan di Wilayah Surabaya Timur	54
Tabel 4. 11 Faktor Harian untuk Masing-Masing Jalan.....	58
Tabel 4. 12 Beban Emisi Jalan Kertajaya 24 Jam	61
Tabel 4. 13 Beban Emisi Jalan Meyjen Sungkono dan Jalan Jemursari Selama 24 Jam	62
Tabel 4. 14 Beban Emisi Jalan Rungkut Selama 24 Jam	63
Tabel 4. 15 Beban Emisi Jalan Dr.Ir.H.Soekarno Selama 24 Jam	64
Tabel 4. 16 Beban Emisi Jalan Tol Waru Juanda Selama 24 Jam	66
Tabel 4. 17 Beban Emisi Jalan Mastrip Selama 24 Jam.....	67

Tabel 4. 18 Data Konsentrasi SO ₂ Terpilih Pada Musim Kemarau	73
Tabel 4. 19 Data Konsentrasi SO ₂ Terpilih Pada Musim Hujan .	74
Tabel 4. 20 Data Konsentrasi SO ₂ Musim Kemarau untuk Arah Angin Tidak Menuju SUF-6	75
Tabel 4. 21 Data Konsentrasi SO ₂ Musim Hujan untuk Arah Angin Tidak Menuju SUF-6	76
Tabel 4. 22 Skala Pengelompokan Arah Mata Angin.....	78
Tabel 4. 23 Pengelompokan Data Meteorologi ke 8 Arah Mata Angin	79
Tabel 4. 24 Skala Beaufort	80
Tabel 4. 25 Rata-Rata Kecepatan Angin Pada Masing-Masing Arah.....	80
Tabel 4. 26 Konsentrasi Pencemar dari Hasil Skenario Model ...	90
Tabel 4. 27 Lokasi Wilayah dengan Konsentrasi Pencemar Melebihi Baku Mutu.....	93

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Volume Kendaraan Jalan Kertajaya	103
Lampiran 2	Beban Emisi Jalan Kertajaya	107
Lampiran 3	Volume Kendaraan Jalan Rungkut.....	110
Lampiran 4	Beban Emisi Jalan Rungkut	113
Lampiran 5	Volume Kendaraan Jalan Dr.Ir.H.Soekarno	117
Lampiran 6	Beban Emisi Jalan Dr.Ir.H.Soekarno	118
Lampiran 7	Volume Kendaraan Jalan Tol Waru Juanda	118
Lampiran 8	Beban Emisi Jalan Tol Waru Juanda	119
Lampiran 9	Konsentrasi Harian SO ₂ 5 Tahun Terakhir	120
Lampiran 10	Pemilihan Data Konsentrasi SO ₂	124
Lampiran 11	Data Kecepatan Angin Lokal Bulan April pada ..	125
Lampiran 12	Data Kecepatan Angin Lokal Bulan Desember ..	127
Lampiran 13	Beban Emisi Seluruh Jalan dalam Model	128
Lampiran 14	<i>Script</i> Model Dispersi	131
Lampiran 15	<i>Script</i> Pembuatan Skenario Model Dispersi.....	131
Lampiran 16	<i>Script</i> Pembuatan Overlay Hasil Skenario	135

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagai kota metropolitan, Surabaya mempunyai volume lalu lintas yang semakin tinggi setiap tahunnya. Menurut data dari Polrestabes Surabaya, jumlah kendaraan bermotor meningkat sebesar 17 ribu unit setiap bulannya. Rata-rata sepeda motor bertambah 13.441 unit sementara kendaraan roda empat atau lebih bertambah 4.042 unit setiap bulannya. Di tahun 2015, jumlah kendaraan bermotor di Surabaya telah mencapai 2,1 juta unit (Badan Pusat Statistik, 2017). Volume lalu lintas yang tinggi ini akan menimbulkan konsekuensi terhadap peningkatan polusi udara akibat gas buang dari kendaraan bermotor. Bahan pencemar yang terdapat di dalam gas buang kendaraan bermotor adalah CO, HC, NO₂, SO₂ dan Pb dalam bentuk senyawa TEL (*tetra ethil lead*) dan sejenisnya (Abubakar, 2006). Di kota-kota besar, kontribusi gas buang kendaraan bermotor sebagai sumber polusi udara mencapai 60-70%. Sementara, kontribusi gas buang dari cerobong asap industri hanya berkisar 10-15%. Sisanya berasal dari sumber pembakaran lain misalnya rumah tangga, pembakaran sampah, kebakaran hutan dan lain-lain (BPLH DKI Jakarta, 2013).

Salah satu parameter pencemar yang diketahui telah melebihi baku mutu adalah SO₂. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi telah melakukan pengukuran kualitas udara ambien pada beberapa lokasi di Indonesia. Hasil pengukuran tersebut menunjukkan bahwa kadar SO₂ pada kota-kota besar di Indonesia memiliki kualitas yang buruk. Kota Surabaya yang mempunyai tingkat pencemaran tertinggi (0,25 ppm) yang selanjutnya diikuti oleh Kota Jakarta (0,2 ppm) dan Kota Bandung (0,15 ppm). Menurut Peraturan Gubernur Jawa Timur No.10 tahun 2009 tentang Baku Mutu Udara Ambien dan Emisi Sumber Tidak Bergerak bahwa kadar gas SO₂ yang boleh ada di udara ambien tidak boleh melebihi 0,1 ppm. Sehingga jika dibandingkan dengan baku mutu tersebut maka Kota Surabaya memiliki kadar gas SO₂ yang melebihi baku mutu kualitas udara ambien (Sari, 2013).

Beberapa kebijakan telah dibuat oleh Pemerintah Kota Surabaya seperti pengaturan rekayasa lalu lintas satu arah hingga

pembangunan ruas jalan lingkar dalam upaya mengurangi kemacetan akibat peningkatan jumlah kendaraan di Kota Surabaya. Salah satu pembangunan ruas jalan yang dilakukan adalah jalan lingkar timur bagian tengah atau yang disebut juga *Middle East Ring Road* (MERR). MERR atau yang memiliki nama lain Jalan Dr. Ir. H. Soekarno adalah jalan lingkar penghubung antara jalan kenjeran hingga jalan raya Rungkut Madya di wilayah Surabaya Timur. Keberadaan MERR berpengaruh besar terhadap pertumbuhan ekonomi sekitarnya, terbukti dengan keberadaan berbagai bangunan di sepanjang kawasan MERR seperti apartemen, pusat perbelanjaan, pusat kuliner, pusat perkantoran serta kegiatan ekonomi lainnya. Hal ini juga berdampak pada peningkatan jumlah gas buang kendaraan bermotor di kawasan tersebut (Rizky, 2017).

Dalam upaya pengendalian pencemaran udara, pemerintah kota surabaya telah memasang 7 alat pemantau kualitas udara (SUF) yang tersebar di beberapa titik di Kota Surabaya. Namun dari ketujuh SUF tersebut, saat ini hanya 3 SUF yang aktif dan dapat beroperasi dengan baik. Sedangkan 4 sisanya sudah rusak dan tidak dapat beroperasi. Hal ini dikarenakan tingginya biaya yang dibutuhkan untuk peralatan, operasional dan perawatan. Jalan MERR yang terletak di wilayah surabaya timur termasuk dalam jangkauan monitoring oleh alat pemantau kualitas udara (SUF) 6 yang terletak di kebun bibit Wonorejo. Selain itu, SUF 6 ini mengakomodasi pemantauan kualitas udara dari pemukiman penduduk di sekitarnya serta kegiatan industri di wilayah Rungkut. Hal ini dikarenakan sensitifitas sensor pada stasiun pemantau kualitas udara mampu menangkap pencemar udara sejauh radius 5 km (SARPEDAL KLH, 2003). Namun demikian, semakin jauh lokasi sumber dengan alat pemantau kualitas udara menyebabkan data yang diperoleh juga semakin tidak akurat serta tingginya persentase data yang hilang dari suatu parameter tertentu dalam setiap SUF. Oleh karena itu, diperlukan suatu model dispersi pencemar udara yang akan menghasilkan data yang mempresentasikan kualitas udara secara menyeluruh berdasarkan identifikasi sumber serta pola persebarannya ke lingkungan.

Menurut Rahmadhani (2017), studi dispersi suatu pencemar perlu dilakukan untuk mengestimasi dampak yang

ditimbulkan. Salah satunya adalah dengan pemodelan dispersi pencemar udara. Dalam penelitian ini akan digunakan model *Gauss* yang telah dimodifikasi dalam penelitian sebelumnya oleh Assomadi (2016). Prediksi jangka panjang dibutuhkan untuk merencanakan kebijakan lingkungan yang dibutuhkan. Data tambahan yang dibutuhkan dari model ini adalah *windrose* (Luhar dan Patil, 1988).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat dirumuskan masalah yang mendasari penelitian ini:

1. Berapa besar beban emisi SO_2 dari aktivitas lalu lintas di wilayah Surabaya Timur?
2. Bagaimana pola persebaran SO_2 dari aktivitas lalu lintas di wilayah Surabaya Timur dan dimana wilayah-wilayah sekitar studi yang berpotensi terpengaruh paling besar?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menentukan beban emisi SO_2 dari aktivitas lalu lintas di wilayah Surabaya Timur.
2. Menentukan pola persebaran SO_2 dari aktivitas lalu lintas di wilayah Surabaya Timur dan memprediksi wilayah-wilayah sekitar studi yang berpotensi terpengaruh paling besar.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup memiliki tujuan untuk membatasi masalah yang akan dibahas. Ruang lingkup pada penelitian ini meliputi:

1. Pencemar yang dimaksud dalam penelitian ini adalah pencemar konservatif yaitu SO_2 .
2. Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah model *Gauss* yang telah dimodifikasi.
3. Pemodelan dilakukan pada jalan arteri primer, arteri sekunder, kolektor primer, kolektor sekunder dan jalan tol.

4. Perhitungan beban emisi selain Jalan Dr.Ir.H.Soekarno, Jalan Kertajaya, Jalan Rungkut, dan Jalan Tol Waru Juanda menggunakan nilai pendekatan beban emisi dengan kelas jalan sejenis.
5. Asumsi bahwa tidak ada penyerapan alamiah terhadap pencemar.
6. Sumber pencemar berasal dari kegiatan transportasi darat (*line source*) dengan jenis kendaraan berupa sepeda motor, mobil, bus dan truk.
7. Data yang digunakan adalah data *traffic volume* dari Dinas Perhubungan Kota Surabaya dan data kualitas pencemar SO₂ pada stasiun pemantau kualitas udara SUF-6 pada tahun 2017.
8. Data *traffic volume* yang digunakan dalam penelitian ini tanpa dipengaruhi kejadian luar biasa seperti hari libur, terjadinya kecelakaan dan lain-lain.
9. Data meteorologi yang digunakan yaitu arah dan kecepatan angin dari BMKG Kota Surabaya.
10. Pola dispersi pencemar yang dimodelkan dalam penelitian ini berdasarkan variasi musim dan kecepatan angin.

1.5 Manfaat Penelitian

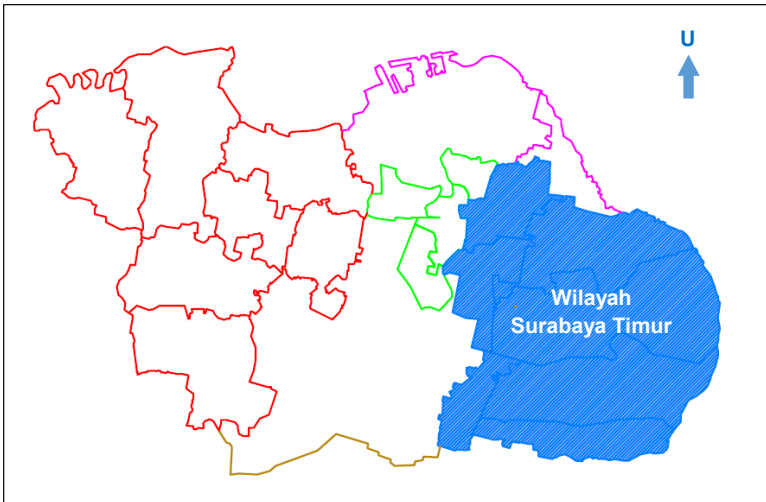
Manfaat dari penelitian ini antara lain:

1. Mengetahui konsentrasi polutan tanpa harus menggunakan alat pemantau udara yang telah terpasang di beberapa titik Kota Surabaya. Hal ini dikarenakan keterbatasan alat pemantau yang aktif di Kota Surabaya.
2. Mendapatkan model persebaran kalitas udara pencemar SO₂ di kawasan Surabaya Timur sebagai pertimbangan bagi Pemerintah dalam melakukan berbagai tindakan untuk mengurangi dampaknya terhadap warga dan ekosistem sekitarnya.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gambaran Umum Wilayah Studi

Berdasarkan rencana tata ruang wilayah Kota Surabaya, wilayah Surabaya Timur diperuntukkan untuk pemukiman, perdagangan, pendidikan, industri dan ruang terbuka hijau. Wilayah Surabaya Timur terdiri dari 7 kecamatan meliputi Kecamatan Tambaksari, Gubeng, Rungkut, Tenggilis Mejoyo, Gunung Anyar, Sukolilo, dan Mulyorejo. Peta batas wilayah Surabaya Timur dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut ini.

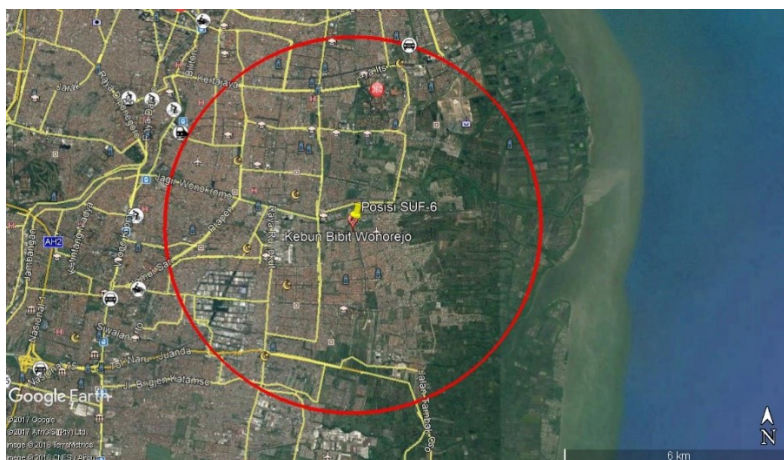


Gambar 2. 1 Batas Wilayah Surabaya Timur
Sumber: Badan Perencanaan Pembangunan Kota Surabaya

Sebagai upaya dalam mengatasi kemacetan, pemerintah kota Surabaya telah melakukan pembangunan jalan arteri primer bebas hambatan di wilayah ini. Pembangunan jalan ini dikenal dengan istilah *Middle East Ring Road* atau jalan lingkaran timur tengah yang menyebabkan peningkatan sektor ekonomi di sekitar kawasan tersebut. Hal ini terbukti dengan dibangunnya beberapa pusat perbelanjaan, apartemen dan gedung bertingkat lainnya. Peningkatan aktivitas di kawasan ini juga akan berdampak pada

peningkatan jumlah kendaraan bermotor yang melewati jalan MERR ini (Rizky, 2016). Pada kawasan ini juga terdapat beberapa jalan arteri sekunder seperti Jalan Kedung Baruk, Jalan Raya Rungkut, Jalan Nginden Semolo dan Jalan Menur Pumpungan.

Pada wilayah ini terdapat alat pemantau kualitas udara SUF-6 yang berlokasi di Kebun Bibit Wonorejo. Alat pemantau ini dapat menjangkau pengukuran kualitas udara pada radius 5 km (SARPEDAL KLH, 2003). Jangkauan radius 5 km dari alat pemantau SUF-6 terdapat pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Radius Jangkauan SUF-6

Sumber: Google Earth 2017

2.2 Pencemaran Udara dan Jenis Sumber Pencemar

Pencemaran udara adalah kehadiran materi yang tidak diinginkan di udara dalam jumlah cukup besar yang dapat memberikan efek yang berbahaya (Nevers, 2000). Materi-materi yang tidak diinginkan tersebut dapat membahayakan kesehatan makhluk hidup, mengganggu estetika dan kenyamanan serta menyebabkan kerusakan lingkungan. Berdasarkan Peraturan Pemerintah RI Tahun 1999 mengenai Pengendalian Pencemaran Udara, pencemaran udara adalah masuknya zat, energi dan/atau komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia sehingga mutu udara ambien turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan menurunnya kualitas udara ambien.

Sementara itu, Vallero (2008) menjelaskan bahwa zat pencemar udara dapat ditimbulkan oleh kegiatan alami atau kegiatan manusia (*anthropogenic*), pencemaran dapat dibedakan menjadi dua, yaitu pencemar indikatif dan spesifik. Pencemar indikatif adalah zat pencemar yang telah dijadikan indikator pencemaran udara secara umum seperti CO, NO₂ dan TSP. Sedangkan pencemar spesifik merupakan pencemar yang berasal dari sumber spesifik di suatu tempat tertentu. Contoh dari pencemar spesifik ini yaitu debu dari industri semen dan amonia dari industri pupuk.

Menurut Soedomo (2001), jenis sumber-sumber pencemar dibedakan berdasarkan perilakunya di atmosfer dalam dua kelompok yaitu :

1. Pencemar udara primer, komposisinya tidak akan mengalami perubahan di atmosfer baik secara kimia maupun fisis dalam jangka waktu yang relatif lama (harian sampai tahunan dan akan tetap seperti komposisinya seperti waktu diemisikan oleh sumber). Pencemar ini misalnya CO, CO₂, NO₂ , TSP, SO₂, metana, senyawa halogen, partikel logam dan lain -lain. Pencemar ini memiliki waktu tinggal yang lama di atmosfer karena sifatnya yang stabil terhadap rekasi - reaksi kimia fisik atmosfer.
2. Pencemar udara sekunder, terbentuk di atmosfer sebagai hasil rekasi – rekasi atmosfer seperti hidrolisis, oksidasi dan reaksi fotokimia.

Sedangkan berdasarkan pola emisinya, Soedomo (2001) menjelaskan bahwa sumber pencemar dapat dibedakan sebagai berikut :

1. Sumber pencemaran titik (*point source*), sumber pencemaran dari lokasi tertentu yang mengemisikan gas secara kontinyu. Salah satu contohnya adalah cerobong asap.
2. Sumber pencemar garis (*line source*), sumber pencemaran yang mengemisikan gas dalam bentuk garis. Contohnya adalah pencemaran debu di sepanjang jalan raya, emisi gas buang dari kendaraan bermotor di sepanjang jalan raya dan juga kepulan asap dari bangunan industri yang tanpa cerobong asap sehingga

emisinya menyebar secara memanjang. Salah satu contohnya adalah emisi dari kendaraan bermotor pada jalan raya.

3. Sumber pencemar area (*area source*), sumber pencemaran yang mengemisikan gas pada luasan tertentu. Contohnya adalah emisi gas dari kebakaran hutan yang luas, serta emisi yang dihasilkan dari produksi gas metana (CH_4) pada TPA.
4. Sumber pencemar volume, emisi gas yang berasal dari sumber yang memiliki volume tertentu. Contohnya emisi gas dari bangunan dengan jendela, pintu dan ventilasi terbuka.
5. Sumber pencemar *puff*, sumber pencemaran yang bersifat sesaat. Contohnya adalah pengeluaran emisi gas debu pada waktu akibat rusaknya salah satu alat prediksi.

2.3 Faktor yang Mempengaruhi Persebaran Pencemar

Persebaran pencemar di atmosfer dipengaruhi oleh beberapa faktor. Menurut Stull dan Ainslie (2006), persebaran polutan di atmosfer melibatkan tiga mekanisme utama yaitu gerakan udara secara global, fluktuasi kecepatan turbulensi yang akan menyebarkan polutan ke seluruh arah, dan difusi massa akibat perbedaan konsentrasi. Sementara itu, menurut Oke (1978), persebaran pencemar dari suatu sumber emisi selain dipengaruhi oleh karakteristik sumber emisi juga dipengaruhi oleh karakteristik meteorologi dan topografi setempat.

Rahmawati (1999) menjelaskan bahwa faktor-faktor yang berperan dalam persebaran pencemar adalah sebagai berikut :

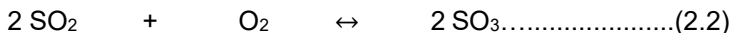
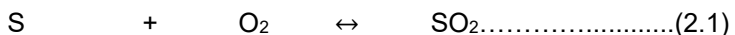
1. Arah dan kecepatan angin, angin merupakan faktor utama dalam persebaran polutan karena dapat mengakibatkan suatu zat berpindah tempat. Arah angin dapat digunakan untuk menentukan daerah penerima dispersi zat, sedangkan kecepatan angin dapat digunakan untuk menentukan jangkauan daerah penerima.
2. Suhu udara dan tutupan awan, suhu udara dan tutupan awan dalam proses dispersi zat pencemar akan mempengaruhi stabilitas udara. Gradien perubahan suhu udara akan berpengaruh sangat kuat terhadap

kestabilan atmosfer. Pada proses dispersi stabilitas udara akan mempengaruhi tipe atau bentuk polutan ke daerah penerima. Terdapat beberapa kondisi atmosfer dalam kaitannya dengan stabilitas udara, yaitu kondisi tidak stabil terjadi apabila laju penurunan suhu di lingkungan lebih besar dari laju penurunan suhu udara kering yang sifatnya konstan, kondisi stabil terjadi bila laju penurunan suhu udara kering, dan kondisi netral terjadi bila laju penurunan suhu lingkungan sama dengan laju penurunan suhu udara kering.

2.4 Pencemaran Udara oleh SO₂

2.4.1 Karakteristik SO₂

Sulfur dioksida merupakan salah satu gas pencemar yang merupakan hasil primer dari pembakaran bahan bakar fosil (Alfin, 2006). Di atmosfer, komponen gas tidak berwarna berupa sulfur dioksida dan sulfur trioksida disebut sebagai sulfur oksida (SO_x) Sulfur dioksida mempunyai karakteristik bau yang tajam dan tidak mudah terbakar di udara, sedangkan sulfur trioksida merupakan komponen yang tidak reaktif. Pembakaran bahan-bahan yang mengandung sulfur akan menghasilkan kedua bentuk sulfur oksida, tetapi jumlah relatif masing-masing tidak dipengaruhi oleh jumlah oksigen yang tersedia. Di udara SO₂ selalu terbentuk dalam jumlah besar. Sedangkan jumlah SO₃ yang terbentuk bervariasi dari 1% sampai 10% dari total SO_x (Havendri, 2008). Mekanisme pembentukan SO₃ dapat dituliskan dalam dua tahap reaksi sebagai berikut :



Komponen yang normal terdapat di udara bukan SO₃ melainkan H₂SO₄, tetapi jumlah H₂SO₄ di atmosfer lebih banyak dari pada yang dihasilkan dari emisi SO₃. Hal ini menunjukkan bahwa produksi H₂SO₄ juga berasal dari mekanisme lainnya. Setelah berada di atmosfer sebagai SO₂, akan diubah menjadi SO₃ Kemudian menjadi H₂SO₄ oleh proses-proses fotolitik dan katalitik. Jumlah SO₂ yang teroksidasi menjadi SO₃ dipengaruhi oleh beberapa faktor termasuk jumlah air yang tersedia, intensitas, waktu dan distribusi spektrum sinar matahari yang tersedia. Pada

malam hari atau kondisi lembab atau selama hujan, SO₂ di udara diabsorpsi oleh tetesan air dan bereaksi pada kecepatan tertentu untuk membentuk sulfat (Jungers,et al., 2007). Menurut Alfiah (2010), gas SO₂ diperkirakan memiliki waktu tinggal selama 2-4 hari di udara atmosfer.

2.4.2 Dampak SO₂ Terhadap Kesehatan

Pencemaran SO₂ menimbulkan dampak terhadap manusia dan hewan, kerusakan pada tanaman terjadi pada kadar sebesar 0,5 ppm. Pengaruh utama polutan SO₂ terhadap manusia adalah iritasi sistem pernafasan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa iritasi tenggorokan terjadi pada kadar SO₂ sebesar 5 ppm atau lebih, bahkan pada beberapa individu yang sensitif iritasi terjadi pada kadar 1-2 ppm. SO₂ dianggap pencemar yang berbahaya bagi kesehatan terutama terhadap orang tua dan penderita yang mengalami penyakit kronis pada sistem pernafasan kardiovaskular. Individu dengan gejala penyakit tersebut sangat sensitif terhadap kontak dengan SO₂, meskipun dengan kadar yang relatif rendah (Putri, 2013).

2.4.3 Baku Mutu

Berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur No.10 Tahun 2009 tentang baku mutu udara ambien dan emisi sumber tidak bergerak di Jawa Timur disebutkan bahwa kadar SO₂ yang diperbolehkan berada di lingkungan adalah sebagai berikut :

Tabel 2. 1 Baku Mutu Udara Ambien SO₂

Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu
Sulfur Dioksida (SO ₂)	24 jam	262 µg/Nm ³ 0,1 ppm

Sumber : Peraturan Gubernur Jawa Timur No.10/2009

2.5 Sistem Jaringan Jalan

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan, sistem jaringan jalan terdiri dari dua jenis yaitu :

1. Sistem jaringan jalan primer, menghubungkan secara menerus kota jenjang satu, kota jenjang dua, kota

jenjang tiga dan kota jenjang di bawahnya sampai ke persil dalam satu satuan wilayah pengembangan

2. Sistem jaringan jalan sekunder, menghubungkan kawasan-kawasan yang mempunyai fungsi primer, fungsi sekunder kesatu, fungsi sekunder kedua, fungsi sekunder ketiga dan seterusnya sampai ke perumahan.

Sedangkan menurut fungsinya, jalan dikelompokkan menjadi beberapa jenis, antara lain :

1. Jalan arteri, jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara berdaya guna.
2. Jalan kolektor, jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.
3. Jalan lokal, jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.
4. Jalan lingkungan, jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat dan kecepatan rata-rata rendah.

2.6 Emisi dari Kendaraan Bermotor

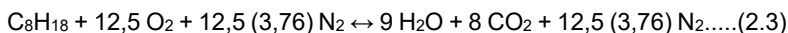
Menurut Kristianto (2005), 75% kontribusi polusi udara di perkotaan berasal dari kendaraan bermotor. Gas yang menjadi polusi dari kendaraan bermotor berasal dari reaksi sampingan antara udara dan bahan bakar. Pada saat reaksi pembakaran terbentuk oksida-oksida dari unsur yang ada di dalam bahan bakar dan udara. Oksida-oksida tersebut antara lain SO_x , CO_x , dan NO_x bersifat merugikan terhadap lingkungan.

Salah satu upaya pengendalian polutan dari kendaraan bermotor yaitu dengan pemasangan *catalytic converter* pada saluran gas buang (Irawan, 2003). *Catalytic converter* akan mempercepat proses oksidasi polutan hidrokarbon (HC) dan karbon monoksida (CO), dan reduksi nitrogen oksida (NO_x). Tujuan dari penggunaan *catalytic converter* adalah untuk merubah gas polutan hidrokarbon (HC) dan karbon monoksida (CO), dan

nitrogen oksida (NO_x) dari aliran gas buang dengan mengkonversinya melalui reaksi kimia (oksidasi dan reduksi) menjadi carbon dioksida (CO₂), uap air (H₂O) dan Nitrogen (N₂) (Heisler, 1995).

2.6 Perhitungan Beban Emisi Kendaraan Bermotor

Kendaraan bermotor dan buruknya sistem angkutan umum yang meningkat memberikan kontribusi terhadap nilai gas buang yang dihasilkan. Sumber pencemar udara yang disebabkan oleh kegiatan manusia (antropogenik) berasal dari pembakaran bahan bakar fosil yang pada umumnya memiliki kandungan unsur karbon atau hidrokarbon. Bahan bakar fosil yang umumnya digunakan yakni oktana yang merupakan bahan bakar dengan senyawa hidrokarbon kompleks. Stoikiometri pembakaran oktana terdapat pada reaksi persamaan (2.3) berikut ini :



Hasil yang dikeluarkan dari pembakaran bahan bakar secara sempurna oleh kendaraan bermotor ke atmosfer oleh massa yaitu gas karbon dioksida dan uap air. Namun kondisi tersebut jarang terjadi karena sebagian bahan bakar yang berbasis karbon dioksida menjadi karbon monoksida (CO).

Perhitungan emisi yang dihasilkan dapat dihitung berdasarkan data dasar atau indeks dari operasi suatu sistem seperti jumlah dan kandungan material dan energi yang digunakan, proses alamiah, sistem penanganan kontrol emisi yang digunakan, perhitungan keseimbangan massa, dan perhitungan berdasarkan faktor emisi. Inventarisasi emisi mencakup dua komponen data penting yaitu mencakup data kategori polutan dan data kategori sumber emisi (US EPA, 2005).

Sebelum perhitungan beban emisi, dilakukan konversi jenis kendaraan ke Satuan Mobil Penumpang atau ekr (ekivalensi kendaraan ringan). Menurut Pedoman Kpaasitas Jalan Indonesia (PKJI, 2014) nilai ekr untuk kendaraan ringan adalah 1 sedangkan ekr untuk sepeda motor dan kendaraan berat tertera dalam tabel 2.2 dan tabel 2.3 berikut ini:

Tabel 2. 2 Ekvivalen Kendaraan Ringan Tipe Jalan 2/2 T

Tipe Jalan	Arus Lalu-lintas total dua arah (kend/jam)	ekr		
		KB	SM	
			Lebar jalur lalu-lintas, L_{Jalur}	
			$\leq 6m$	$> 6m$
2/2TT	> 3700	1,3	0,5	0,4
	≥ 1800	1,2	0,35	0,25

Sumber : PKJI, 2014

Tabel 2. 3 Ekvivalen Kendaraan Ringan Tipe Jalan Terbagi

Tipe Jalan	Arus Lalu-lintas total dua arah (kend/jam)	ekr	
		KB	SM
2/1 dan 4/2 T	> 1050	1,3	0,4
	≥ 1050	1,2	0,25
3-1/1 dan 6/2 T	> 1100	1,3	0,4
	≥ 1100	1,2	0,25

Sumber : PKJI, 2014

Perhitungan jumlah kendaraan dalam satuan ekr/jam menggunakan persamaan 2.4 dan perhitungan beban emisi menggunakan persamaan 2.5 berikut ini:

$$n = m \times FK \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan:

n = jumlah kendaraan (ekr/jam)

m = jumlah kendaraan (kendaraan/jam)

FK = faktor konversi (ekr/kendaraan)

$$Q = n \times FE \times L \dots \dots \dots (2.5)$$

Keterangan:

Q = Beban Emisi (ekr.gram/jam)

n = jumlah kendaraan (ekr/jam)

FE = faktor emisi SO_2 (gram/km) (Tabel 2.4)

L = panjang jalan (km)

Adapun faktor emisi yang digunakan dalam persamaan ini mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.12 Tahun 2010 seperti terlihat pada tabel 2.4 berikut ini:

Tabel 2. 4 Faktor Emisi Kendaraan Bermotor di Indonesia

No	Kategori	SO ₂
		(gram/km)
1	Sepeda Motor	0,008
2	Mobil	0,11
3	Angkutan umum	0,029
4	Bis	0,93
5	Truk	0,82

Sumber : Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 12/2010

2.7 Model Dispersi Udara

Sumber polusi udara dapat ditentukan dari hasil permodelan ditambahkan dengan konsentrasi yang sudah ada di ambien sebelumnya dan dapat ditentukan selanjutnya apakah nilai tersebut masih dapat diterima. Konsentrasi yang dapat diterima berdasarkan regulasi, toksikologi, ekotoksikologi, atau dengan cara sederhana apakah pencemaran tersebut mengganggu warga lokal disekitar sumber atau tidak (Visscher,2014). Anggraeni (2012) menjelaskan bahwa emisi polutan akan bergerak mengikuti arah angin dan menyebar ke arah samping dan vertikal. Konsentrasi polutan akan besar pada garis searah dengan arah sebaran, dan rendah pada bagian tepi.

Menurut Ukaigwe dan Osaka (2013), model dispersi udara dapat didefinisikan sebagai gambaran persebaran pencemar udara secara meteorologis. Model dispersi pencemar udara dapat dimanfaatkan untuk mengestimasi dampak yang mungkin ditimbulkan oleh aktifitas kendaraan bermotor (Zhai, 2016). Sementara itu menurut Putut dan Widodo (2011), pemodelan kualitas udara membantu untuk memprediksi dampak dari kegiatan yang mengemisikan polutan ke udara terhadap lingkungan. Suatu model kualitas udara dapat menyediakan gambaran mengenai persebaran polutan di udara dengan cepat dan murah, dibandingkan dengan pengamatan langsung di lapangan.

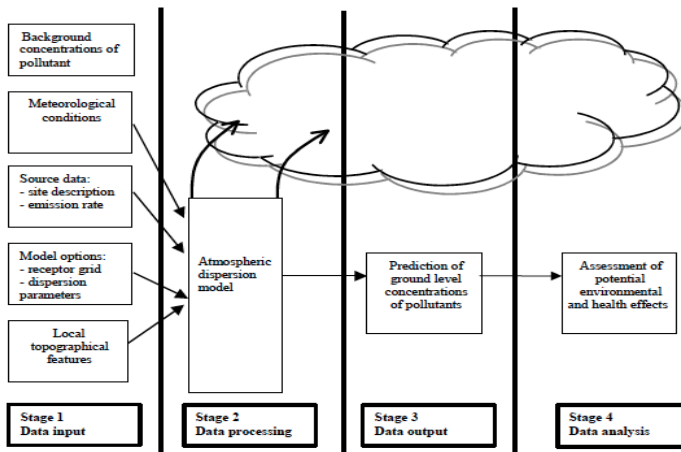
2.8 Pemodelan Gauss dari Sumber Garis

Menurut Rahmawati (2003), salah satu manfaat penggunaan model *Gauss* dalam perhitungan polutan di berbagai sumber adalah karena tidak banyak data meteorologi yang

dimasukkan dalam persamaan. Data yang dibutuhkan antara lain arah dan kecepatan angin pada sumber.

Putut dan Widodo (2011) menjelaskan bahwa hubungan antara arah angin yang tegak lurus terhadap sumbu y atau arah dari sumber garis. Sesuai dengan prinsip dispersi yang terdispersi ke tiga arah yaitu x, y, dan z.

Pada persamaan *Gauss*, banyaknya polutan yang dikeluarkan secara tetap dari sumber emisi (Q) kadarnya akan berkurang sesuai dengan bertambahnya jarak. Selanjutnya polutan akan terbawa angin dengan kecepatan u dalam arah horizontal. Namun karena turbulensi atmosfer, polutan yang terbawa ini akan tersebar ke arah horizontal dan vertikal (Nauli, 2002). Gambar 2.3 berikut merupakan skema dalam membuat model dispersi pencemar udara.



Gambar 2. 3 Skema Model Dispersi Pencemar Udara

Sumber : Ministry of the Environment, 2004

Persamaan yang digunakan dalam model dispersi ini menggunakan model dispersi pencemar di perkotaan berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Assomadi (2016). Persamaan tersebut berupa persamaan *Gauss* termodifikasi seperti persamaan 2.6 berikut :

$$C_L = \frac{Q}{\sqrt{2\pi} D_z x} \left(\exp \left(\frac{-(z-H)^2 v}{4 D_z x} \right) + \exp \left(\frac{-(z+H)^2 v}{4 D_z x} \right) \right) \left(\exp \left(-\frac{\lambda x}{v} \right) \right) \left[\begin{array}{l} \operatorname{erf} \left(\frac{\sin \theta \left(\frac{L}{2} - y \right) - x \cos \theta}{\sqrt{2} D_y x} \right) \\ + \operatorname{erf} \left(\frac{\sin \theta \left(\frac{L}{2} - y \right) + x \cos \theta}{\sqrt{2} D_y x} \right) \end{array} \right] \dots \dots \dots (2.6)$$

Keterangan:

- $C_L(x,y,z)$ = konsentrasi pada titik (x,y,z) (gr/m^3)
 Q = Beban emisi (gr/det)
 x = Jarak searah angin (m)
 z = Ketinggian reseptor (m)
 H = Tinggi efektif sumber dari permukaan (m)
 v = Kecepatan angin (m/det)
 λ = Konstanta laju reaksi (untuk pencemar konservatif SO_2 tidak terjadi kinetika reaksi sehingga nilai λ dianggap 0)
 D_z, D_y = Konstanta difusi ($1,75 \text{ torr.cm}^2/\text{det}$ pada $T = 30^\circ\text{C}$)

2.9 Verifikasi Model

Proses verifikasi model diperlukan untuk mengetahui seberapa dekat hasil perhitungan menggunakan model dengan kondisi di lapangan. Menurut Sportisse (2008), verifikasi model akan menghasilkan relevansi yang lebih baik jika dibandingkan dengan validasi model. Verifikasi model dapat dilakukan berdasarkan hal-hal berikut ini:

- Berdasarkan estimasi spasial (ruang) atau area, periode waktu, reaksi kimia atau *radiative*
- Berdasarkan pengukuran di ground station, profil vertikal, sensor udara, data satelit

Berdasarkan US EPA, verifikasi menggunakan indikator statistik yang didasarkan pada tujuan dan aplikasinya. Verifikasi yang dilakukan berupa korelasi dan simpangan untuk membandingkan hasil model dengan data di lapangan dengan persamaan sebagai berikut:

$$Corr = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})(obs_i - \bar{obs})}{\sqrt{(y_i - \bar{y})^2} \sqrt{(obs_i - \bar{obs})^2}} \dots\dots\dots (2.7)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_1^n (y_i - obs_i)^2} \dots\dots\dots (2.8)$$

Keterangan :

$Corr$	= nilai korelasi
$RMSE$	= nilai simpangan (<i>Roat Mean Square Error</i>)
y_i	= nilai model
obs_i	= nilai observasi
\bar{y}_i	= nilai model rata-rata
\bar{obs}_i	= nilai observasi rata-rata

2.10 MATLAB (*Matrix Laboratory*)

Matlab merupakan sebuah bahasa pemrograman level tinggi yang dikhususkan untuk kebutuhan komputasi teknis, visualisasi dan pemrograman seperti komputasi matematik, analisis data, pengembangan algoritma, simulasi dan pemodelan serta grafik perhitungan. Menurut Ali (2004) Matlab merupakan software yang dapat menampilkan berbagai kombinasi parameter dengan variasi input yang berbeda. Matlab juga dilengkapi dengan *Control Toolbox* yang berisi berbagai macam fungsi pendukung yang sering digunakan dalam analisis sistem kontrol. Berikut ini merupakan bagian dari window Matlab:

- Current directory
- Command history
- Command window
- Workspace

Pemrograman M-file pada Matlab merupakan bentuk perintah yang dituliskan secara berurutan sebagai sebuah file. M-file akan tersimpan dengan ekstensi .m. File ini dapat berupa *script* atau sebuah fungsi yang menerima argumen atau masukan yang menghasilkan *output*.

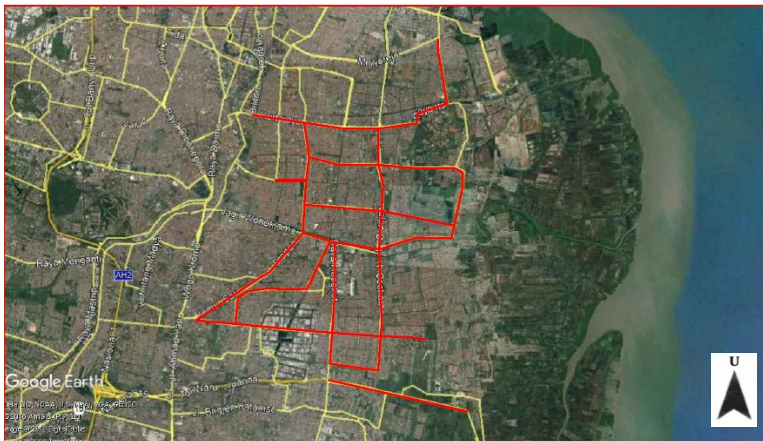
"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

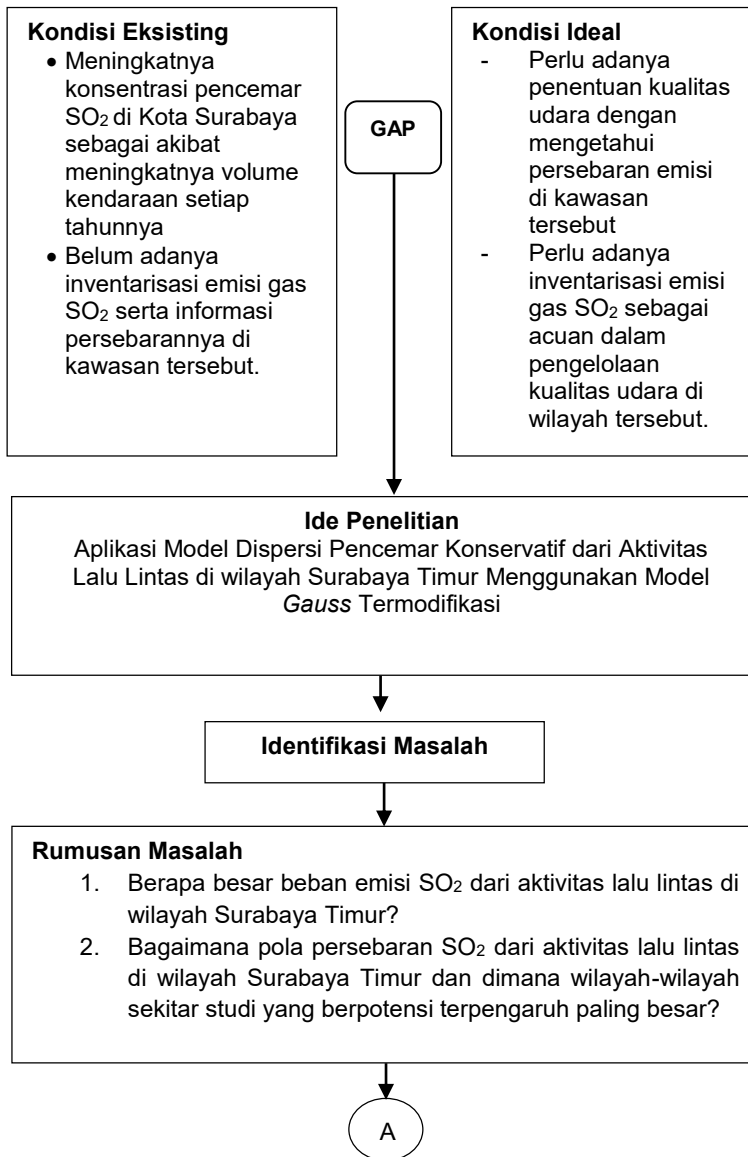
Penentuan lokasi penelitian berdasarkan pada jangkauan stasiun pemantau kualitas udara ambien (SUF-6). Penelitian ini dilakukan pada beberapa jalan yang masuk dalam jangkauan radius 5 km dari posisi SUF-6. Hal tersebut dikarenakan di sekitar area jalan-jalan tersebut terdapat perumahan, sekolah, pusat perbelanjaan, perkantoran dan gedung-gedung apartemen. Selain itu, berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Constantya (2017), gambaran pola distribusi arah dan kecepatan angin rata-rata selama 3 tahun diperoleh bahwa arah angin dominan pada SUF-6 adalah dari arah barat. Selain itu, menurut data dari BMKG Juanda, angin di daerah ini lebih condong bertiup ke arah timur dimana letak SUF-6 berada di sebelah timur jalan Dr.Ir.H.Soekarno dan beberapa jalan arteri sekunder lainnya. Sehingga diasumsikan emisi dari kendaraan bermotor pada jalan-jalan ini tertangkap oleh stasiun pemantau udara SUF-6. Lokasi penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut ini:

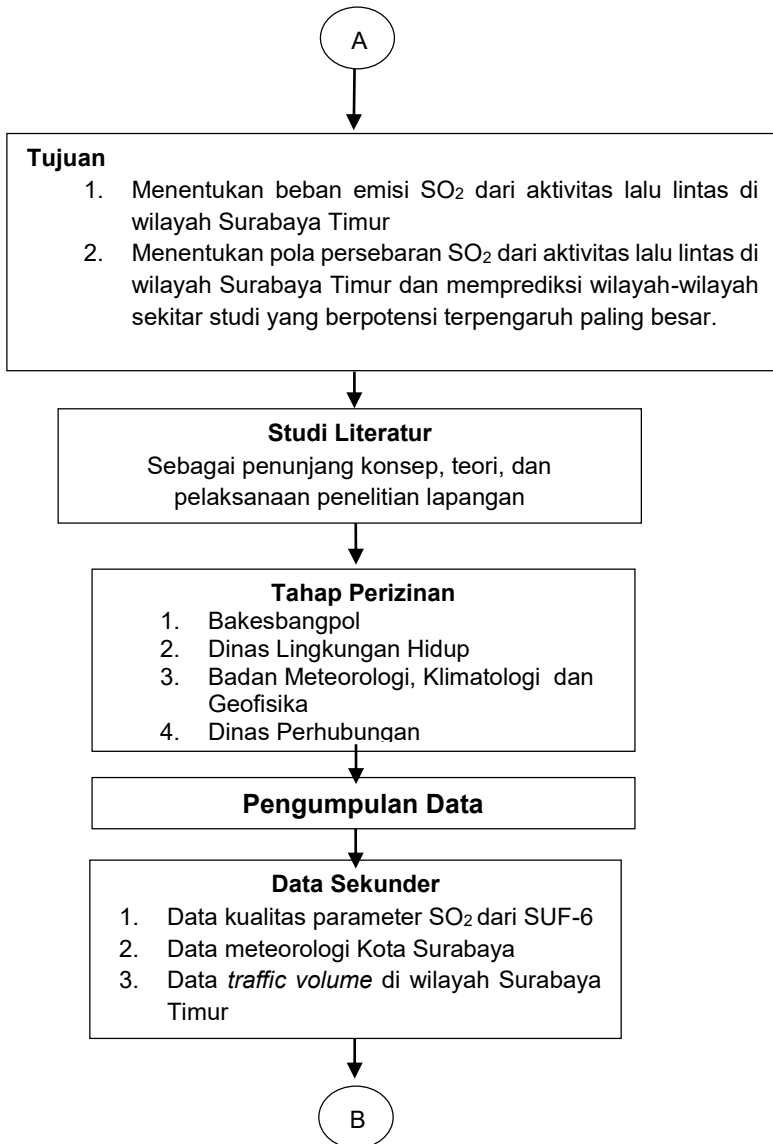


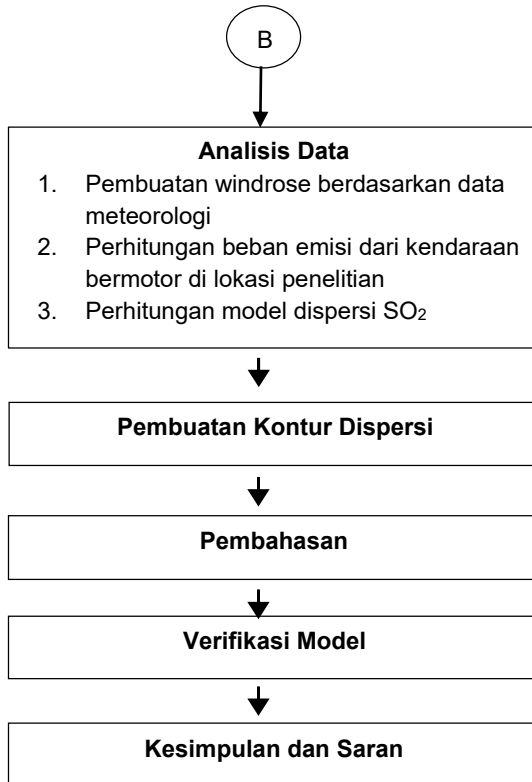
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian
Sumber : Google Earth, 2017

3.2 Kerangka Penelitian

Alur kerangka penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.2.







Gambar 3. 2 Alur kerangka penelitian

3.3 Studi Literatur

Studi literatur yang digunakan pada penelitian ini meliputi pencemaran udara, sistem jaringan jalan, Sulfur Dioksida (SO₂), faktor meteorologi arah dan kecepatan angin, perhitungan beban emisi, transformasi koordinat, dan verifikasi model.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Model yang digunakan

Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah model *Gauss* yang termodifikasi untuk daerah perkotaan. Formulasi *Gauss* yang akan digunakan terdapat pada persamaan 2.5 pada sub bab 2.8. Sedangkan data yang akan menjadi input untuk menjalankan model ini antara lain data kualitas parameter SO₂ dari

SUF-6, data *traffic volume* di wilayah Surabaya Timur, data arah dan kecepatan angin dari BMKG Surabaya.

3.4.2 Tahap Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada tahap ini berupa data sekunder. Data sekunder yang dimaksud dalam hal ini meliputi data volume kendaraan dari beberapa jalan di wilayah surabaya timur. Sedangkan data meterologi yang dibutuhkan meliputi arah dan kecepatan angin dari BMKG Kota Surabaya.

Tabel 3. 1 Data yang Dibutuhkan untuk Penelitian

No.	Jenis Data	Durasi	Sumber Data	Metode Pengambilan Data
1	Konsentrasi SO ₂ di wilayah Surabaya Timur	1 Tahun (2017)	Dinas Lingkungan Hidup Kota Surabaya	Data Sekunder
2	Data meteorologis meliputi arah dan kecepatan angin	1 Tahun (2017)	Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (Stasiun Juanda) ; Dinas Lingkungan Hidup Kota Surabaya	Data Sekunder
3	Data volume kendaraan pada beberapa jalan di wilayah Surabaya Timur.	1 Tahun (2017)	Dinas perhubungan Kota Surabaya ; Data Penelitian terdahulu	Data Sekunder

3.4.3 Tahap Pengolahan Data dan Pembahasan

- Menghitung beban emisi

Data *traffic volume* berupa data sekunder diperoleh dari dinas perhubungan dan data *traffic counting* penelitian terdahulu. Perhitungan beban emisi kendaraan

bermotor menggunakan persamaan 2.4 dan 2.5 yaitu sebagai berikut:

$$n = m \times FK \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan:

n = jumlah kendaraan (ekr/jam)

m = jumlah kendaraan (kendaraan/jam)

FK = faktor konversi (ekr/kendaraan) (Tabel 2.2 dan Tabel 2.3)

$$Q = n \times FE \times L \dots \dots \dots (2.5)$$

Keterangan:

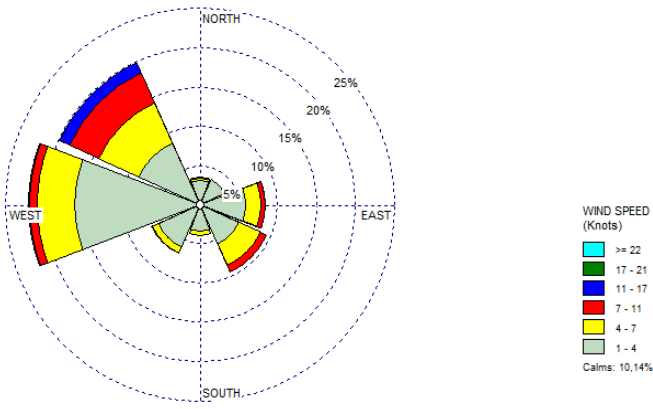
Q = Beban Emisi (smp.gram/jam)

n = jumlah kendaraan (smp/jam)

FE = faktor emisi SO₂ (gram/km) (Tabel 2.4)

L = panjang jalan (km)

- Analisa data meteorologi arah dan kecepatan angin
Arah dan kecepatan angin digunakan untuk memperkirakan pola dispersi pencemar SO₂. Data meteorologi berupa arah dan kecepatan angin selama 1 tahun pada musim hujan dan kemarau. Data ini digunakan untuk pembuatan windrose yang akan menunjukkan arah persebaran pencemar. Pembuatan windrose menggunakan aplikasi WRPLOT View seperti pada contoh Gambar 3.3 berikut ini :

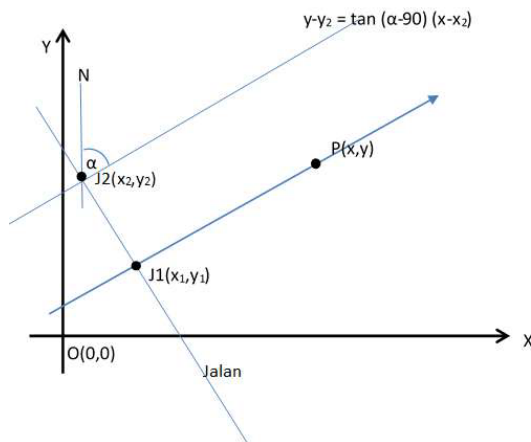


Gambar 3. 3 Contoh Windrose pada WRPLOT View
Sumber : Constantya, 2017

- Menghitung model pencemar konservatif

Model yang digunakan dalam penelitian ini berupa model *Gauss* dengan beberapa modifikasi. Sumber yang digunakan adalah *line source* yang berupa jalan-jalan di wilayah surabaya timur. Data 1 tahun dibagi kedalam musim hujan dan kemarau. Kemudian data arah dan kecepatan angin serta tinggi efektif sumber pencemar berupa knalpot dari kendaraan bermotor. Sedangkan koordinat x dan y merupakan lokasi reseptor terhadap jalan raya. Reseptor yang dimaksudkan disini adalah manusia sehingga tinggi reseptor merupakan tinggi rata-rata manusia. Skenario dispersi dalam penelitian ini berupa skenario kecepatan angin sedang, rendah dan tinggi masing-masing pada musim hujan dan kemarau.

Setelah mengetahui konsentrasi di berbagai titik, selanjutnya dibuat kontur dispersi. Hal yang harus dilakukan dalam tahap ini adalah pembuatan grid sejumlah 300 titik karena penggambaran dispersi pada jumlah grid ini cukup baik. Selanjutnya dilakukan perhitungan transformasi koordinat seperti ilustrasi pada Gambar 3.4 berikut ini :



Gambar 3. 4 Sistem Koordinat Kartesius, Kedudukan *line source* (J), Penerima (P)

Sumber : Assomadi, 2016

Dari ilustrasi diatas, jarak penerima (P) dari titik potong garis angin dengan jalan dapat dicari dengan persamaan geometri berikut ini:

- Gradien jalan (m) dan sudut arah jalan dari N :

$$m = \frac{(y_2 - y_1)}{(x_2 - x_1)} ; \quad A = a \tan(m)$$

- Konstanta pada garis jalan (k)

$$y = mx + k$$

$$k = y_1 - mx_1$$

- Selisih sudut jalan dengan arah angin (B)

$$B = \alpha - 90 + A$$

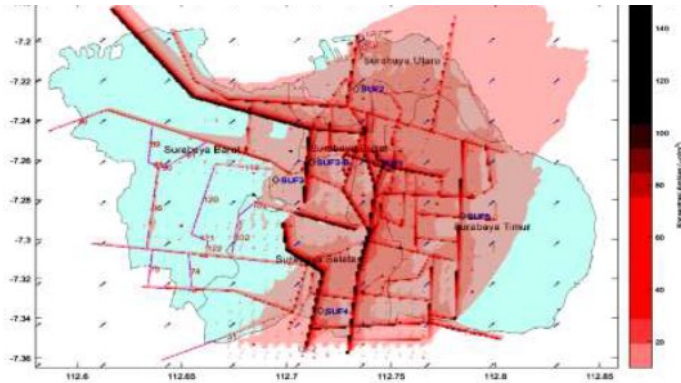
- Jarak (d) penerima dengan jalan mengikuti arah angin :

$$d = \frac{(mx_1 + k - y)}{\sin B} \quad / \quad \sqrt{(1 + m^2)}$$

- Titik potong garis angin melewati pengamat dengan jalan $J_1 (x_1, y_1) = (x_e, y_e)$

$$x_e = \frac{(m_a x - m x_1 - y + y_1)}{m_a - m} ; y_e = m_1(x_e - x_1) + y_1 \dots (2.8)$$

Langkah terakhir adalah perhitungan model dispersi pencemar yang diplotkan ke dalam peta berdasarkan arah angin pada *windrose*. Gambaran ini akan memberikan informasi mengenai persebaran pencemar di area penelitian dengan garis kontur yang menghubungkan antar nilai polutan yang sama. Contoh pola dispersi zat pencemar dapat terlihat pada Gambar 3.5 berikut ini :



Gambar 3. 5 Pola Dispersi Estimasi Konsentrasi (µg/m³)
Sumber : Assomadi, 2016

- Verifikasi model

Verifikasi model dimaksudkan untuk menentukan hasil perhitungan yang akan dibuat kontur apakah sesuai dengan data pemantauan yang ada. Dalam verifikasi ini dibandingkan antara data kualitas udara ambien hasil model dengan teori yang ada dan data monitoring dari SUF-6. Verifikasi yang dilakukan berupa verifikasi model secara temporal dan verifikasi pola sebaran secara spasial. Verifikasi temporal dilakukan dengan membandingkan hasil model pada satu titik grid dengan satu data dari SUF-6 untuk rentang waktu tertentu. Sedangkan verifikasi spasial dilakukan dengan membandingkan hasil model pada beberapa titik di grid dengan data di SUF dalam satu waktu tertentu. Berdasarkan US EPA, suatu model dikatakan baik apabila memiliki nilai korelasi minimal sebesar 0,572 dan nilai simpangan sebesar 0,72. Nilai Korelasi dan Simpangan dapat dicari dengan menggunakan persamaan statistik pada persamaan 2.9 dan 2.10 dibawah ini:

$$Corr = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})(obs_i - \bar{obs})}{\sqrt{(y_i - \bar{y})^2} \sqrt{(obs_i - \bar{obs})^2}} \dots\dots\dots (2.9)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - obs_i)^2} \dots\dots\dots (2.10)$$

Keterangan :

- Corr = nilai korelasi
- RMSE = nilai simpangan (*Root Mean Square Error*)
- y_i = nilai model
- obs_i = nilai observasi
- \bar{y}_i = nilai model rata-rata
- \bar{obs}_i = nilai observasi rata-rata

Apabila target korelasi belum mencapai 0,572 dan simpangan belum mencapai 0,72, maka dilakukan koreksi terhadap model yang dibuat. Koreksi dilakukan dengan mencari nilai Faktor Kalibrasi yang kemudian dimasukkan ke dalam model agar verifikasi model tercapai. Nilai faktor kalibrasi dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.11 berikut ini:

$$fk = \frac{(39,2-3,25)v^2}{x} \dots\dots\dots(2.11)$$

Dengan:

- v = kecepatan angin (m/det)
- x = jarak (m)

3.5 Pembuatan Model

3.5.1 Penentuan Data Parameter untuk Model

Pada tahap ini, seluruh data input yang dibutuhkan dimasukkan ke dalam 4 sheet *Microsoft Excel* dan 1 sheet untuk output model.

Sheet pertama (*Phys_Data*) merupakan data fisika atmosfer yang akan dimodelkan, pengaturan model, penentuan *grid*, penentuan area, arah dan kecepatan angin, serta faktor harian. Data yang dimasukkan pada sheet ini dapat dilihat pada tabel 3.2 berikut:

Tabel 3. 2 Data Parameter yang diinput dalam Model

No	Paramater	Symbols	Value	Unit
1	<i>Dispersion Coeffisien in horizontal direction</i>	Dy	200	m ² /s
2	<i>Dispersion Coeffisien in vertical (z) direction</i>	Dz	400	m ² /s
3	<i>Ambient Temperature</i>	T ₀	30	C
4	<i>Wind speed (average, dominant)</i>	s	03-Feb	m/s

No	Paramater	Symbols	Value	Unit
5	Wind direction (average, dominant)	a	60	⁰ (N)
6	Parameter Analysis	SO ₂	Oxides Sulphur	
7	Kinetic Constant	λ		

Model Setting

1	Starting Date, time			
2	Interval of Analysis	0,5		hour
3	Grid Number	300		n x n
4	Average length per grid (l, w), modelled	93,3333	60	M

Determine of Modelling Area

1	Lowest Lattitude; min_x	112,739	⁰ (E)
2	Highest Lattitude; max_x	112,850	⁰ (E)
3	Lowest Longitude; min_y	-7,347	⁰ (S)
4	Highest Longitude; max_y	-7,231	⁰ (S)
5	Citie's Identity	Surabaya	
6	Insert Administrative Map		

Input Data For Model

1	Source Height	He	0,300	m
2	Receptor Height	Rec	4,5	m

Date, time	Speed	Direction	Grad
	(m/s)	(⁰ , N)	(watt/m ²)

Date, time	Daily factor	Weekly factor	Totally factor	Kinetic factor
	A	B	AxB	

Interval analysis yang dipakai yaitu 0,5 hour atau 30 menit karena model ini akan *running* setiap 30 menit. Selanjutnya grid

number yang dipilih adalah 300. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Assomadi (2016), jumlah grid 300 sudah mampu menampilkan sumber-sumber spesifik pada degradasi dispersi yang terbentuk. Angka ini cukup memberikan hasil yang baik dalam pemodelan pencemar di Kota Surabaya. Karena semakin kecil luasan grid tau semakin banyak jumlah grid maka area yang terjangkau akan semakin luas. Hal ini juga berarti bahwa hasil dispersi akan semakin baik dan jelas.

Pada kolom *Modelling Area*, data yang diinput adalah koordinat peta yang digunakan. Dalam penelitian ini, peta yang digunakan adalah peta wilayah surabaya Timur. Peta yang digunakan dalam pemodelan ini dapat dilihat pada Gambar 4.11.

Selanjutnya *source height* yang dipakai sebesar 0,3 meter. Angka ini merupakan tinggi rata-rata dari knalpot yang merupakan tempat keluarnya gas buang kendaraan bermotor. Sedangkan *receptor height* yang digunakan yaitu sebesar 4,5 m. Angka ini merupakan tinggi alat pemantau pada SUF.

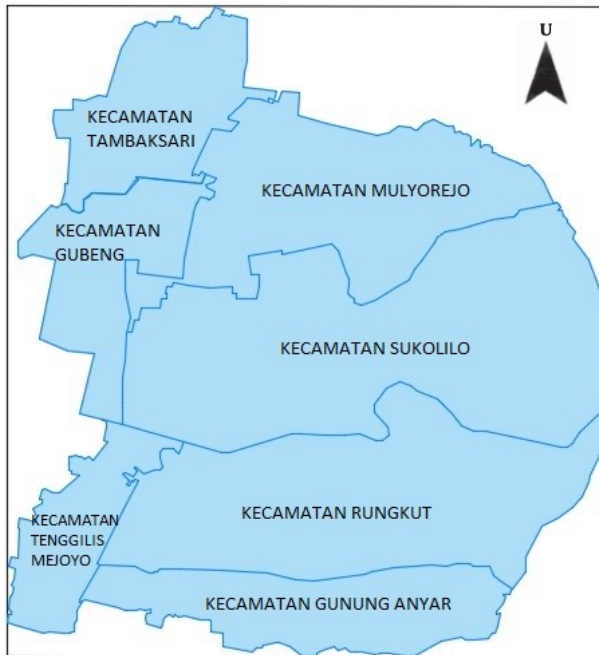
Kolom *speed, direction dan grad* diambil dari data lokal SUF yang diperoleh dari Dinas Lingkungan Hidup Kota Surabaya. dispersi parameter SO₂ tidak dipengaruhi oleh nilai Grad sehingga nilainya dikosongkan.

Nilai *daily factor* menggunakan faktor harian hasil perhitungan sebelumnya. Sedangkan faktor mingguan dapat dilihat pada tabel 3.3 berikut:

Tabel 3. 3 Nilai Faktor Mingguan

Hari	Faktor mingguan
Senin	1,2
Selasa	1
Rabu	1
Kamis	1
Jumat	1
Sabtu	0,6
Minggu	0,4

Sumber : Assomadi, 2016



Gambar 3. 6 Peta Wilayah Surabaya Timur

Sumber : Badan Perencanaan dan Pembangunan Kota Surabaya

Sheet kedua (LineS) berisi data untuk inputan sumber garis meliputi lokasi jalan, koordinat, dan beban emisi rata-rata/30 menit dalam sehari.

Tabel 3. 4 Koordinat Jalan dan Beban Emisi Rata-Rata

No	Street Identity	Street Coordinate of Straight Segment				normalized average load (gram/detik)
		(min_x, min_y, max_x, max_y) E, S				
		y-in	y-fin	x-in	x-fin	

Sheet ketiga (AQ_Data) berisi data konsentrasi SO₂ dari hasil pemantauan SUF6.

<i>Date, time</i>	<i>Ambient Concentration</i> ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
-------------------	--

Sheet keempat (*Result_Model*) berisi output perhitungan model berupa estimasi konsentrasi SO_2 dalam satuan ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

<i>Date, time</i>	<i>Estimation of Concentration</i> ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
-------------------	--

3.5.2 Menjalankan Model pada aplikasi Matlab

Dalam penelitian ini, *script* yang digunakan dalam aplikasi matlab diambil dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Assomadi (2016). Langkah pertama yaitu menginput peta wilayah Surabaya timur untuk menggambarkan pola dispersinya. Peta yang digunakan harus diketahui posisi koordinatnya sehingga memudahkan dalam memasukkan variabel lain seperti lokasi jalan, dan parameter lain yang diperlukan. Peta wilayah surabaya timur selanjutnya dimasukkan ke dalam satu folder yang sama dengan m-file yang berisi *script*. *Script* yang digunakan dalam penginputan peta dapat dilihat pada Lampiran 14. Langkah kedua yaitu mengidentifikasi data teknis yang diperlukan dalam model.

Langkah ketiga yaitu menghitung transformasi koordinat kartesius sesuai dengan perubahan arah angin. Langkah keempat yaitu menghitung konsentrasi dispersi sesuai dengan persamaan *Gauss* yang telah dimodifikasi. Langkah kelima yaitu membuat plot kontur dispersi pada gambar peta yang telah diinput serta mengatur tampilan kontur. Langkah selanjutnya yaitu membuat *script* pada m-file terpisah untuk verifikasi dan menentukan grid optimum dalam model. Pada *script* ini, data yang dijalankan merupakan outputan model dari *script* sebelumnya.

Kedua *Script* ini disimpan dalam format M-file kemudian disimpan dalam satu folder yang sama dengan gambar peta serta file Excel. Dalam penelitian ini, *Script* pertama disimpan dengan nama PSLs_Loop2_promosi. Sedangkan *script* kedua untuk verifikasi diberi nama tf_PSLs_Loop2_promosi. Untuk menjalankan model, maka *script* kedua dirunning untuk menampilkan *figure* kontur dispersi setiap 30 menit.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Daerah Penelitian

Pemodelan dispersi dilakukan pada beberapa jalan di wilayah Surabaya Timur yang memiliki luas 82,2 km². Wilayah ini terdiri dari 7 kecamatan meliputi kecamatan Gubeng, Gunung Anyar, Sukolilo, Tambaksari, Mulyorejo, Rungkut, dan Tenggilis Mejoyo. Beberapa jalan yang dipilih terdiri dari jalan arteri primer, arteri sekunder, kolektor primer, kolektor sekunder dan jalan tol. Berikut ini merupakan daftar jalan di wilayah Surabaya timur yang digunakan dalam pemodelan ini.

Tabel 4. 1 Daftar Jalan dan Kelas Jalan

No	Nama Jalan	Kelas Jalan
1	Jl. Dr. Ir. H. Soekarno	Arteri Primer
2	Jl. Kertajaya	Arteri Sekunder
3	Jl. Manyar Kertoarjo	Arteri Sekunder
4	Jl. Nginden	Arteri Sekunder
5	Jl. Ngagel Jaya Selatan	Arteri Sekunder
6	Jl. Panjang Jiwo	Arteri Sekunder
7	Jl. Jemur Sari-Prapen	Arteri Sekunder
8	Jl. Andayani Rungkut Industri	Arteri Sekunder
9	Jl. Kertajaya Indah	Arteri Sekunder
10	Jl. Raya ITS	Kolektor Primer
11	Jl. Mulyorejo	Kolektor Sekunder
12	Jl. Arif Rahman Hakim	Kolektor Sekunder
13	Jl. Keputih Tegal	Kolektor Sekunder
14	Jl. Medokan Semampir	Kolektor Sekunder
15	Jl. Medokan Keputih	Kolektor Sekunder
16	Jl. Wonorejo Timur	Kolektor Sekunder
17	Jl. Kedung Baruk	Kolektor Sekunder
18	Jl. Semolowaru	Kolektor Sekunder
19	Jl. Nginden	Kolektor Sekunder
20	Jl. Nginden Semolowaru	Kolektor Sekunder
21	Jl. Rungkut	Kolektor Sekunder
22	Jl. Gunung Anyar Lor	Kolektor Sekunder
23	Jl. Gunung Anyar Tengah	Kolektor Sekunder

No	Nama Jalan	Kelas Jalan
24	Jl. Kyai Abdul Karim	Kolektor Sekunder
25	Jl. Raya Rungkut Menanggal	Kolektor Sekunder
26	Jl. Rungkut Madya	Kolektor Sekunder
27	Jl. Medokan Ayu	Kolektor Sekunder
28	Jl. Raya Tenggilis	Kolektor Sekunder
29	Jl. Tol Waru Juanda	Tol

Sumber : Peraturan Daerah Kota Surabaya No.07/2013

Langkah selanjutnya yaitu penentuan titik koordinat jalan sebagai inputan model. Koordinat pada jalan-jalan yang digunakan dalam pemodelan ini dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut ini.

Tabel 4. 2 Koordinat Jalan di Wilayah Surabaya Timur

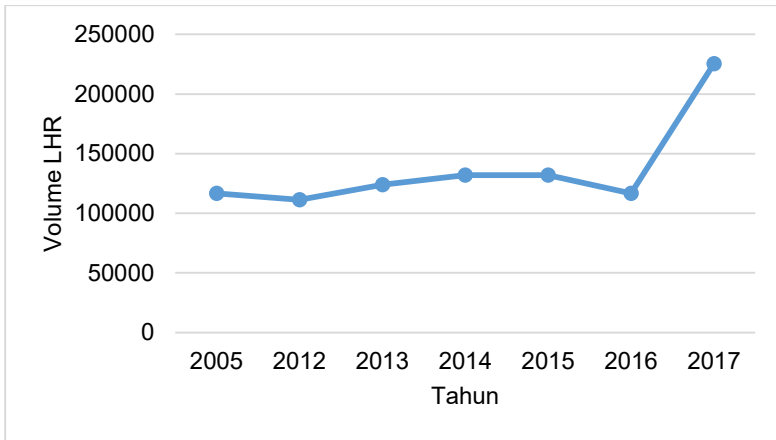
No	Nama Jalan	Titik Koordinat			
		E		S	
		Awal	Akhir	Awal	Akhir
1	Jl. Ir. Soekarno	-7,281	-7,290	112,781	112,781
		-7,290	-7,301	112,781	112,782
		-7,301	-7,311	112,782	112,781
		-7,311	-7,331	112,781	112,781
2	Jl. Kertajaya	-7,279	-7,277	112,762	112,751
3	Jl. Manyar Kertoarjo	-7,281	-7,279	112,772	112,762
4	Jl. Nginden	-7,306	-7,266	112,762	112,761
5	Jl Ngagel Jaya Selatan	-7,294	-7,294	112,755	112,762
6	Jl Panjang Jiwo	-7,309	-7,307	112,770	112,762
7	Jl Jemur Sari-Prapen	-7,328	-7,306	112,735	112,762
8	Jl Andayani Rungkut Industri	-7,328	-7,331	112,733	112,769
		-7,279	-7,281	112,790	112,781
9	Jl. Kertajaya Indah	-7,281	-7,281	112,781	112,772
		-7,275	-7,277	112,798	112,790
		-7,277	-7,279	112,790	112,790
11	Jl. Mulyorejo	-7,253	-7,275	112,795	112,798
12	Jl. Arif Rahman Hakim	-7,288	-7,291	112,762	112,800
13	Jl Keputih Tegal	-7,291	-7,291	112,800	112,802
		-7,291	-7,294	112,802	112,802
14	Jl Medokan Semampir	-7,308	-7,307	112,799	112,793
		-7,307	-7,307	112,793	112,792
		-7,307	-7,310	112,792	112,781
15	Jl. Medokan Keputih	-7,294	-7,297	112,802	112,801

No	Nama Jalan	Titik Koordinat			
		E		S	
		Awal	Akhir	Awal	Akhir
		-7,297	-7,297	112,801	112,801
		-7,297	-7,298	112,801	112,801
		-7,298	-7,298	112,801	112,801
		-7,298	-7,308	112,801	112,799
16	Jl. Wonorejo Timur	-7,311	-7,311	112,781	112,781
		-7,311	-7,308	112,781	112,791
		-7,308	-7,308	112,781	112,797
17	Jl Kedung Baruk	-7,311	-7,309	112,780	112,770
18	Jl. Semolowaru	-7,302	-7,305	112,782	112,799
19	Jl Nginden	-7,306	-7,266	112,762	112,761
20	Jl Nginden Semolowaru	-7,300	-7,302	112,762	112,782
21	Jl Rungkut	-7,331	-7,309	112,769	112,770
		-7,309	-7,331	112,770	112,769
22	Jl Gunung Anyar Lor	-7,331	-7,337	112,781	112,781
23	Jl Gunung Anyar Tengah	-7,337	-7,341	112,781	112,780
24	Jl Kyai Abdul Karim	-7,341	-7,339	112,780	112,768
25	Jl Raya Rungkut Menanggal	-7,339	-7,331	112,768	112,769
26	Jl Rrungkut Madya	-7,331	-7,332	112,769	112,788
27	Jl Medokan Ayu	-7,332	-7,333	112,788	112,792
28	Jl Raya Tenggilis	-7,329	-7,322	112,745	112,747
		-7,322	-7,320	112,747	112,763
		-7,320	-7,308	112,763	112,769
29	Jl. Tol Waru Juanda	-7,343	-7,351	112,768	112,803

Sumber: Hasil Perhitungan

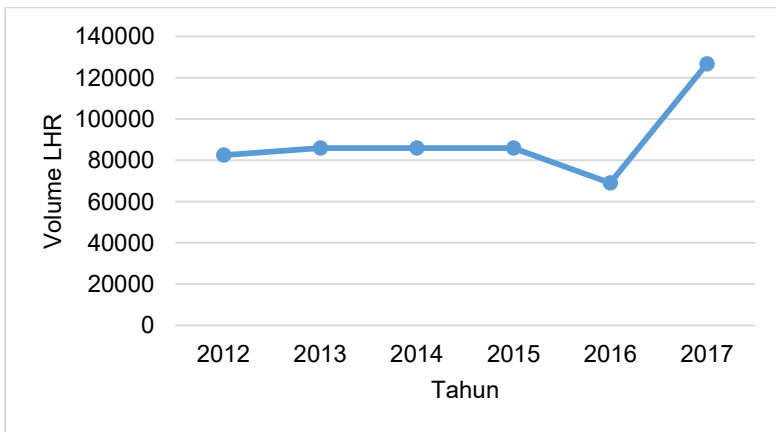
Dari beberapa jalan diatas, data volume kendaraan yang tersedia dari dinas perhubungan kota surabaya hanya jalan kertajaya dan jalan raya rungkut. sedangkan data jalan lainnya diperoleh dari sumber lain seperti hasil traffic counting pada penelitian sebelumnya, pihak terkait seperti pengelola jalan tol serta perhitungan hasil pendekatan dengan jalan sejenis.

Berikut ini merupakan *trend* volume kendaraan pada jalan yang tersedia datanya dari Dinas Perhubungan Kota Surabaya. Jalan yang dimaksud yaitu Jalan Kertajaya dan Jalan Rungkut. Trend volume kendaraan dari kedua jalan tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2 berikut:



Gambar 4. 1 Trend Volume Kendaraan Jalan Kertajaya

Sumber : Dinas Perhubungan Kota Surabaya, 2017

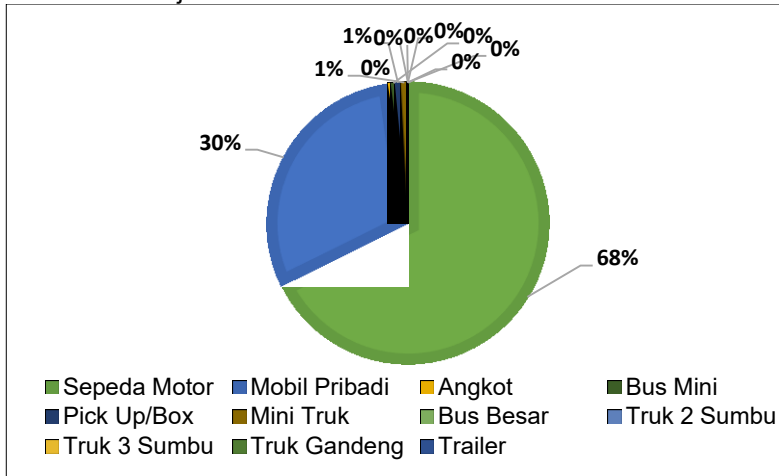


Gambar 4. 2 Trend Volume Kendaraan Jalan Rungkut

Sumber : Dinas Perhubungan Kota Surabaya, 2017

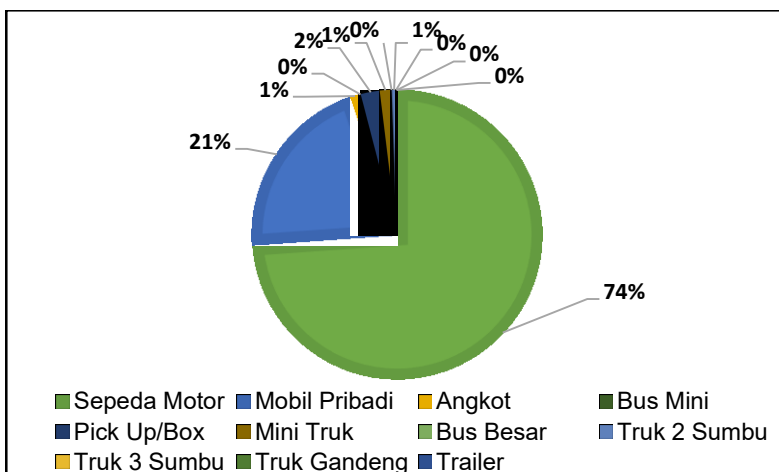
Dari grafik diatas, dapat dilihat bahwa Jalan Kertajaya dan Jalan Rungkut mengalami peningkatan drastis pada tahun 2017. Hal ini juga akan berbanding lurus dengan peningkatan gas buang kendaraan bermotor yang melalui jalan tersebut. Emisi yang berasal dari lalu lintas di jalan ini dapat berasal dari berbagai jenis

kendaraan seperti sepeda motor, mobil, bis dll. Berikut ini merupakan persentase dari masing-masing jenis kendaraan yang melalui kedua jalan tersebut.



Gambar 4. 3 Persentase Jenis Kendaraan Jalan Kertajaya

Sumber : Dinas Perhubungan Kota Surabaya, 2017

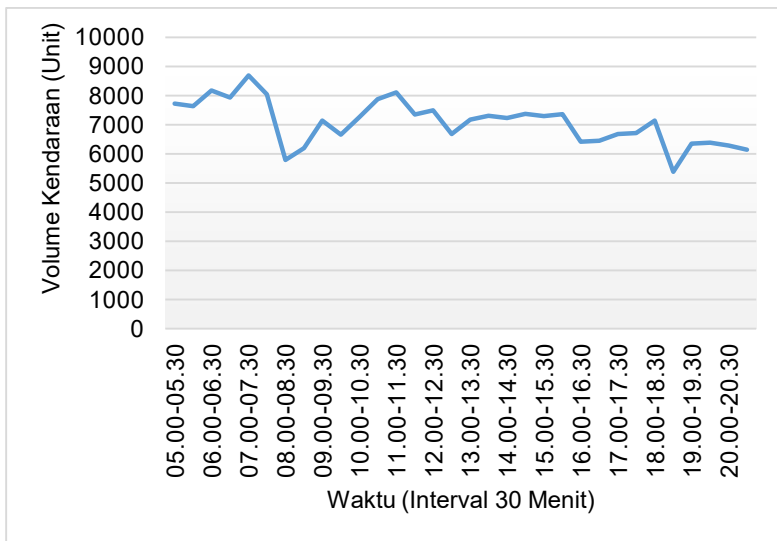


Gambar 4. 4 Persentase Jenis Kendaraan Jalan Rungkut

Sumber : Dinas Perhubungan Kota Surabaya, 2017

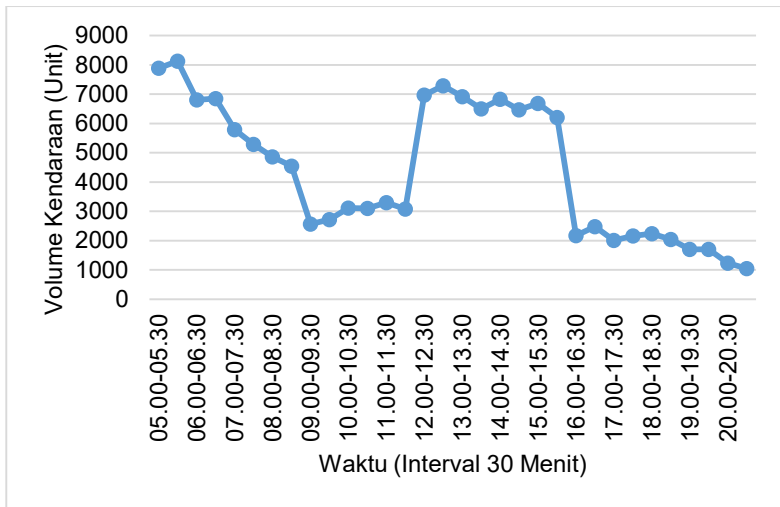
Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa Jalan Kertajaya dan Jalan Rungkut didominasi oleh kendaraan sepeda motor dan mobil pribadi. Hal ini juga dipengaruhi oleh peruntukan jenis jalan kertajaya yaitu arteri sekunder dimana indeks peruntukannya sebesar 0,4 untuk fasilitas sosial, 0,75 untuk perumahan dan 1,5 untuk non perumahan.

Dari beberapa sumber data sekunder yang diperoleh, volume traffic counting yang dilakukan hanya berkisar pada jam tertentu. Misalnya, data dari dinas perhubungan kota surabaya hanya menunjukkan volume kendaraan pada rentang pukul 05.00-21.00 WIB, sedangkan untuk volume kendaraan di jalan Dr. Ir.H.Soekarno hanya berkisar pada jam puncak pagi dan sore. Sehingga, data tersebut harus dilengkapi agar memenuhi waktu 24 jam. Hal ini dilakukan untuk memperoleh nilai faktor harian untuk pengali beban emisi yang diperoleh berdasarkan perubahan beban emisi dalam 24 jam. Pada gambar 4.5 berikut ini merupakan contoh grafik yang menunjukkan jam puncak trafik pada Jalan Kertajaya.



Gambar 4. 5 Volume Kendaraan Jalan Kertajaya
Sumber : Dinas Perhubungan Kota Surabaya, 2017

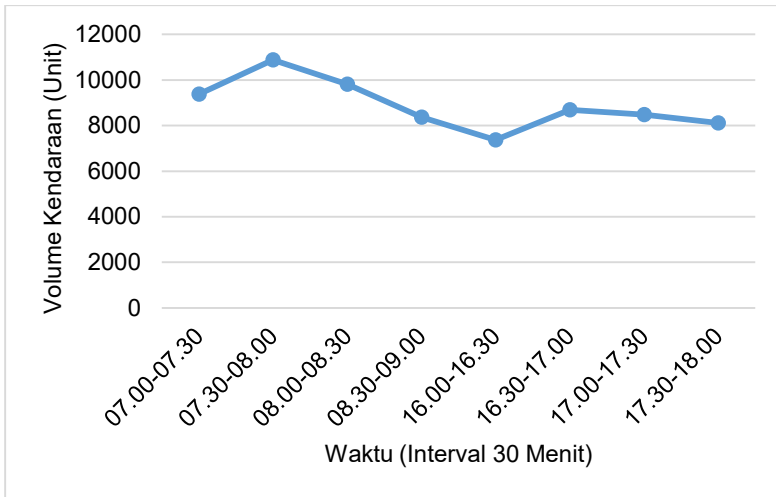
Dari grafik diatas, dapat dilihat bahwa jam puncak trafik pada Jalan Kertajaya terjadi pada pukul 07.00 WIB, 11.00 WIB dan 18.00 WIB. Hal ini dikarenakan waktu tersebut merupakan jam puncak dimana masyarakat berkendara menuju tempat kerja ataupun kembali dari tempat kerja.



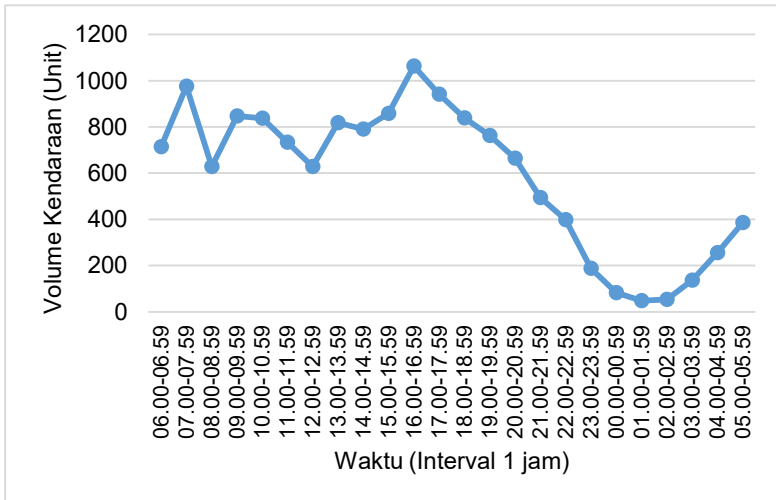
Gambar 4. 6 Volume Kendaraan Jalan Rungkut

Sumber : Dinas Perhubungan Kota Surabaya, 2017

Dari grafik diatas, dapat dilihat bahwa jam puncak trafik pada Jalan Rungkut terjadi pada pukul 05.00 WIB, 12.00 WIB dan 15.00 WIB. Sama halnya seperti pada jalan Kertajaya, jam puncak ini terjadi pada saat pagi, siang dan sore hari. Selanjutnya Gambar 4.7 dan Gambar 4.8 berikut merupakan jam puncak pada Jalan Dr.Ir.H. Soekarno dan Jalan Tol Watu Juanda. Jam puncak pada Jalan Dr.Ir.H.Soekarno terjadi pada pukul 07.30 WIB dan pukul 16.30 WIB. Data *traffic counting* Jl.Dr.Ir.H.Soekarno yang diperoleh dari penelitian sebelumnya hanya mencantumkan volume kendaraan pada pagi hari yaitu pukul 07.00-09.00 WIB dan pada sore hari pukul 16.00-18.00 WIB. Sedangkan jam puncak trafik pada Jalan Tol Waru Juanda terjadi pada pukul 07.00 WIB, 13.00 WIB dan 16.00 WIB.



Gambar 4. 7 Volume Kendaraan Jalan Dr.Ir.H.Soekarno
 Sumber : Dinas Perhubungan Kota Surabaya, 2017



Gambar 4. 8 Volume Kendaraan Jalan Tol Waru Juanda
 Sumber : Dinas Perhubungan Kota Surabaya, 2017

4.2 Pengolahan Data Sekunder

Pengolahan data sekunder meliputi data konsentrasi SO₂ pada SUF 6 dari Dinas Lingkungan Hidup Kota Surabaya, data volume kendaraan dari Dinas Perhubungan Kota Surabaya serta data arah dan kecepatan angin dari Dinas Lingkungan Hidup Kota Surabaya. Data konsentrasi SO₂ akan digunakan sebagai data pembanding untuk mengetahui RMSE dengan hasil perhitungan model. Selanjutnya data volume kendaraan digunakan untuk menghitung nilai beban emisi yang dihasilkan dari aktivitas lalu lintas pada beberapa jalan di wilayah Surabaya Timur sebagai input untuk pemodelan dispersi pencemarnya. Sedangkan data arah dan kecepatan angin digunakan sebagai input model untuk menentukan kontur persebarannya.

4.2.1 Pengolahan data volume kendaraan

Data volume kendaraan diperoleh dari hasil traffic counting satu tahun terakhir yang dilakukan oleh dinas perhubungan kota Surabaya. Data volume kendaraan untuk jalan yang tersedia di wilayah Surabaya Timur hanya jalan Kertajaya dan Jalan Raya Rungkut. Sedangkan volume kendaraan di Jalan Dr. Ir. H. Soekarno diperoleh dari data hasil traffic counting yang dilakukan oleh Gracia, 2016. Sedangkan data Jalan Tol Waru Juanda diperoleh dari PT. Citra Margatama Surabaya sebagai pihak pengelola Jalan Tol Waru Juanda.

Data volume kendaraan yang tersedia dari dinas perhubungan kota Surabaya yaitu pada pukul 05.00 WIB sampai pukul 21.00 WIB. Jenis kendaraan yang tercantum berupa sepeda motor, mobil pribadi, angkot, bus mini, pick up/Box, Mini Truk, Bus Besar, Truk 2 sumbu, Truk 3 sumbu, Truk Gandeng, dan Trailer.

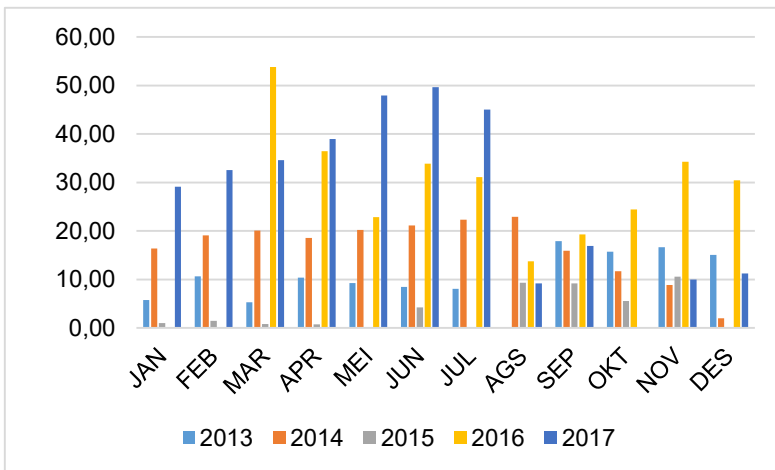
Jenis kendaraan yang beragam ini harus dikonversi dalam satuan ekr (ekivalensi kendaraan ringan). Hal ini bertujuan agar arus lalu lintas dapat dinyatakan dalam satuan ekr/waktu untuk perhitungan beban emisi setiap 30 menit.

Nilai ekr yang digunakan disesuaikan dengan tipe jalan yang ada. Tipe jalan yang tersedia meliputi tipe jalan 2/2T untuk jalan tidak terbagi, 2/1T, 4/2T, 3/1D dan 6/2D untuk jalan terbagi. Jalan Kertajaya, Jalan Raya Rungkut, Jalan Dr. Ir. H. Soekarno dan Jalan Tol Waru Juanda termasuk ke dalam tipe jalan 4/2 T. Hal ini dikarenakan jalan-jalan tersebut terdiri dari 4 ruas jalan yang

terabgi menjadi dua arah. Faktor ekr ini akan digunakan sebagai faktor pengali dalam perhitungan beban emisi setiap 30 menit.

4.2.2 Analisis Data Konsentrasi SO₂ Pada SUF-6

Pemilihan data konsentrasi SO₂ yang akan digunakan dalam verifikasi model dibedakan dalam 2 musim yaitu kemarau dan hujan. Hal ini bertujuan untuk memperoleh perbedaan konsentrasi SO₂ pada kedua musim. Penentuan musim hujan dan kemarau didasarkan pada hasil prediksi meteorologi yang dikeluarkan oleh Badan Meteorologi dan Geofisika (BMKG). Periode musim hujan berkisar antar bulan Oktober-Maret sedangkan periode musim kemarau berkisar antara bulan April-September. Berikut ini merupakan *trend* konsentrasi rata-rata SO₂ dalam rentang waktu 5 tahun terakhir.



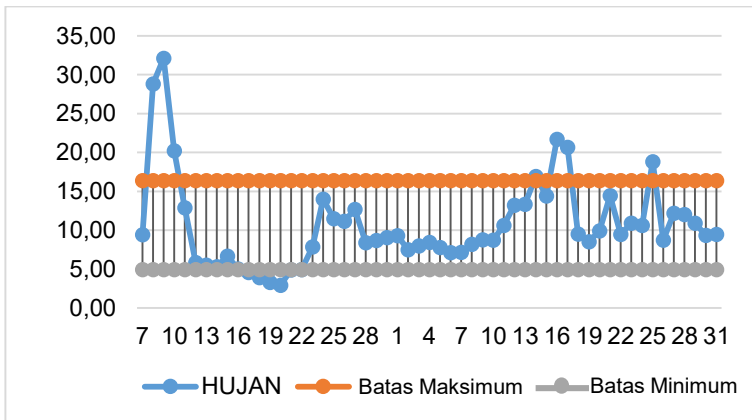
Gambar 4. 9 *Trend* Konsetrasi rata-rata SO₂ 5 tahun terakhir

Sumber : Dinas Lingkungan Hidup Kota Surabaya

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa konsentrasi SO₂ pada musim hujan lebih rendah dari pada musim kemarau. Menurut Wisi (2016), hal ini dikarenakan terjadi flushing pada musim hujan dimana konsentrasi pencemar yang ada di udara lebih cepat menurun.

Pada masing-masing musim dipilih data 3 bulan yang didasarkan pada kelengkapan data pada 3 bulan berurutan. Selanjutnya diperoleh data yang digunakan untuk mewakili musim kemarau yaitu pada bulan april mei dan juni. Sedangkan musim hujan diwakili oleh data pada bulan oktober november dan desember. Selanjutnya data 3 bulan dari kedua musim disorting kembali berdasarkan standar deviasi. Hal ini bertujuan agar data yang diambil merupakan data yang konsisten dan mendekati nilai rata-rata dalam kurun waktu tertentu. Perhitungan standar deviasi dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak microsoft excel.

Pada Gambar 4.10 berikut ini merupakan contoh hasil pengolahan data 3 bulan konsentrasi SO_2 pada musim kemarau berdasarkan standar deviasinya.



Gambar 4. 10 Konsentrasi SO_2 Bulan Oktober November Desember

Sumber : Dinas Lingkungan Hidup Kota Surabaya, 2017

Dari grafik diatas, dapat dilihat bahwa ada beberapa data yang tidak konsisten atau *outlayer* sehingga perlu dilakukan sorting data kembali. Hasil dari sorting data tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut ini.

Tabel 4. 3 Pemilihan Data Konsentrasi SO₂ pada Musim Hujan

Tanggal	Bulan			Tanggal	Bulan		
	Okt	Nov	Des		Okt	Nov	Des
1	---	---	9,31	18	---		9,53
2	---	---	7,47	19	---		8,50
3	---	---	7,97	20	---		9,92
4	---	---	8,44	21	---	4,89	14,45
5	---	---	7,78	22	---	4,94	9,46
6	---	---	7,12	23	---	7,85	10,92
7	---	9,43	7,17	24	---	14,00	10,60
8	---		8,20	25	---	11,49	
9	---		8,77	26	---	11,16	8,74
10	---		8,73	27	---	12,66	12,18
11	---	12,90	10,61	28	---	8,41	12,00
12	---	5,86	13,23	29	---	8,68	10,93
13	---	5,49	13,34	30	---	9,06	9,34
14	---	5,29	16,93	31	---		9,46
15	---	6,68	14,41				
16	---	5,01					
17	---						

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa data-data yang kosong merupakan hasil sorting data *outlayer*. Sehingga data yang tersisa merupakan data yang konsisten dan telah masuk dalam rentang standar deviasi. Data tersebut kemudian dipilih kembali sebanyak 7 hari secara berurutan. Data 7 hari ini akan digunakan sebagai input data dalam model. Dalam pemodelan untuk musim hujan dipilih data pada tanggal 1 Desember 2017 hingga 7 Desember 2017. Sedangkan pada musim kemarau data yang dipilih yaitu pada tanggal 4 April 2017 hingga 10 April 2017.

4.2.3 Pengolahan data arah dan kecepatan angin

Pemilihan data arah dan kecepatan angin mengikuti data pada waktu-waktu yang telah dipilih dalam perhitungan sebelumnya. Data arah dan kecepatan angin akan menjadi input dalam model untuk menentukan arah dan sebaran emisi dari aktivitas lalu lintas pada beberapa jalan di Surabaya Timur. Pada Tabel 4.4 berikut ini merupakan hasil rekapan data lokal kecepatan angin yang diperoleh dari dinas lingkungan hidup kota surabaya untuk tanggal 1-7 Desember 2017 yang akan digunakan dalam model.

Tabel 4. 4 Data Kecepatan Angin Tanggal 1-7 Desember 2017

Waktu / Time	Kecepatan Angin (m/s)						
GMT+7 (WIB)	1	2	3	4	5	6	7
00.30	0,32	0,51	0,43	0,24	0,01	0,06	0,30
01.00	0,20	0,49	0,37	0,05	0,44	0,17	0,26
01.30	0,70	0,55	0,39	0,00	0,15	0,16	0,24
02.00	0,76	0,48	0,63	0,00	0,03	0,15	0,04
02.30	0,53	0,07	0,81	0,08	0,31	0,01	0,28
03.00	0,60	0,24	0,74	0,34	0,46	0,12	0,13
03.30	0,84	0,34	0,51	0,19	0,22	0,00	0,15
04.00	0,90	0,51	0,69	0,02	0,11	0,06	0,09
04.30	0,62	0,35	0,82	0,00	0,23	0,18	0,00
05.00	0,38	0,07	0,50	0,10	0,16	0,15	0,18
05.30	0,35	0,00	0,47	0,33	0,03	0,17	0,14
06.00	0,39	0,07	0,43	0,21	0,10	0,05	0,09
06.30	0,10	0,17	0,58	0,16	0,08	0,31	0,24
07.00	0,14	0,04	0,39	0,48	0,11	0,31	0,20
07.30	0,55	0,18	0,30	0,48	0,20	0,28	0,10
08.00	0,47	0,43	0,90	0,78	0,43	0,39	0,63
08.30	0,65	0,37	0,78	1,12	0,67	0,14	0,20
09.00	1,15	0,63	0,57	0,60	1,06	0,32	0,82
09.30	1,22	0,99	0,68	0,52	0,74	0,32	0,75
10.00	0,38	1,01	0,67	0,72	0,96	0,08	0,82
10.30	0,26	0,83	0,40	1,18	1,30	0,60	0,96
11.00	0,42	1,06	1,48	1,20	1,07	0,93	1,77
11.30	0,41	1,36	1,35	0,93	1,35	1,18	1,86
12.00	0,42	1,02	1,39	0,86	1,46	0,98	1,71
12.30	0,51	1,09	1,35	1,23	1,58	0,71	1,90
13.00	0,33	1,10	1,30	0,94	1,59	1,28	1,71
13.30	0,49	1,21	0,65	1,03	1,48	1,66	1,76
14.00	0,68	1,20	1,05	1,41	1,37	2,04	1,54
14.30	0,66	0,96	0,93	1,45	1,74	1,86	1,41

Waktu / Time	Kecepatan Angin (m/s)						
GMT+7 (WIB)	1	2	3	4	5	6	7
15.00	0,20	1,23	0,73	1,58	1,19	1,30	1,59
15.30	0,41	1,71	0,37	1,56	1,24	1,23	1,53
16.00	0,41	1,53	1,87	1,63	0,90	0,35	1,99
16.30	0,27	1,62	1,46	1,58	2,37	1,87	1,86
17.00	0,40	1,72	1,54	1,78	0,72	1,24	1,06
17.30	0,34	1,35	0,76	1,32	0,79	0,54	1,65
18.00	0,06	0,79	0,34	0,87	0,09	0,34	1,10
18.30	0,02	0,64	0,44	1,76	0,08	0,62	0,44
19.00	0,14	0,58	0,68	0,95	0,01	0,43	0,08
19.30	0,01	0,48	0,25	0,23	0,07	1,14	0,23
20.00	0,00	0,81	0,22	0,28	0,00	2,41	0,58
20.30	0,01	1,15	0,25	0,35	0,01	0,67	0,32
21.00	0,00	1,18	0,40	0,26	0,04	0,74	0,62
21.30	0,19	0,96	0,05	0,47	0,14	0,41	0,37
22.00	0,18	1,19	0,22	0,40	0,13	1,11	0,16
22.30	0,02	0,89	0,40	0,08	0,02	1,05	0,12
23.00	0,10	0,72	0,19	0,30	0,08	0,85	0,08
23.30	0,23	0,50	0,50	0,09	0,09	0,58	0,08
24.00	0,36	0,45	0,40	0,19	0,13	0,04	0,56

Sumber : Dinas Lingkungan Hidup Kota Surabaya, 2017

Dari data diatas, dapat dilihat bahwa rata-rata kecepatan angin dari 7 hari yang dipilih pada musim hujan berkisar antara 0,39-0,72 m/s. Sedangkan contoh hasil rekapan data arah angin pada tanggal yang sama dapat dilihat pada tabel 4.5 berikut ini.

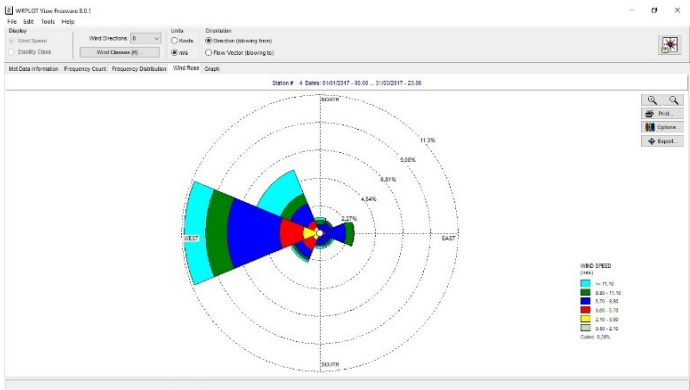
Tabel 4. 5 Data Arah Angin Tanggal 1-7 Desember 2017

Waktu / Time	Arah Angin						
GMT+7 (WIB)	1	2	3	4	5	6	7
00.30	354,4	278,0	323,3	261,9	28,3	290,5	320,6
01.00	340,8	275,0	308,4	213,3	44,8	285,9	309,6
01.30	277,2	283,5	295,0	0,0	13,7	306,0	262,2
02.00	288,2	269,7	271,0	0,0	359,5	325,5	204,8
02.30	308,3	275,8	268,4	232,4	301,3	318,2	296,8
03.00	296,9	278,3	273,8	262,7	300,0	319,5	285,4
03.30	285,0	278,2	285,6	283,4	271,3	323,7	23,8
04.00	273,8	272,7	276,1	220,8	286,7	284,3	73,6
04.30	279,8	278,7	287,8	17,6	329,9	257,2	239,3
05.00	295,3	268,0	329,7	356,6	239,0	256,2	3,3

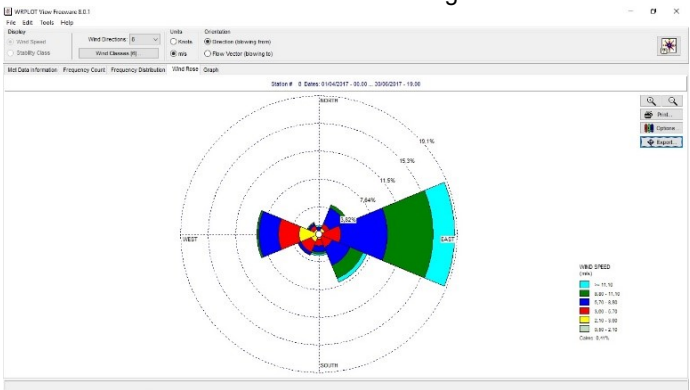
Waktu / Time	Arah Angin						
GMT+7 (WIB)	1	2	3	4	5	6	7
05.30	278,0	236,2	290,2	341,0	239,6	268,4	345,1
06.00	279,4	263,5	299,9	354,6	262,5	220,4	304,5
06.30	283,5	266,6	293,0	341,4	283,7	266,8	353,4
07.00	309,2	208,6	298,6	327,2	33,1	279,8	273,6
07.30	310,4	255,3	305,3	298,1	75,4	243,7	211,6
08.00	302,7	227,0	260,5	287,2	46,3	233,9	6,9
08.30	299,0	253,3	304,4	274,1	101,7	191,5	323,0
09.00	282,5	286,7	280,9	289,4	82,2	81,7	85,3
09.30	288,8	294,2	276,9	308,9	65,3	121,4	113,0
10.00	302,3	305,8	275,0	315,9	67,6	132,7	73,8
10.30	262,7	320,9	73,7	322,2	72,9	85,4	66,2
11.00	317,0	318,2	86,5	313,7	77,0	130,1	75,7
11.30	341,0	307,4	92,4	320,4	75,3	122,2	78,4
12.00	359,0	324,4	85,6	316,4	55,1	69,9	75,4
12.30	348,1	291,0	79,8	296,7	55,6	95,6	85,9
13.00	335,7	321,3	84,1	346,0	66,5	93,9	92,7
13.30	336,9	300,7	332,5	326,6	70,5	81,6	83,5
14.00	317,5	325,3	315,5	341,1	63,9	88,3	58,2
14.30	296,8	359,9	296,7	345,4	66,7	82,8	63,7
15.00	297,3	14,7	298,3	13,7	71,8	100,8	83,0
15.30	280,0	17,6	254,2	17,0	63,9	128,1	99,1
16.00	297,5	29,2	99,6	14,9	121,7	215,6	269,7
16.30	334,8	26,6	95,2	13,4	271,2	193,2	281,0
17.00	335,1	10,2	72,5	12,6	38,1	191,4	48,6
17.30	341,9	353,6	77,3	6,2	60,3	121,2	85,5
18.00	9,6	331,0	103,1	241,5	15,5	160,6	80,8
18.30	11,3	359,3	347,7	191,1	306,8	198,9	97,9
19.00	12,3	7,1	355,1	157,9	229,8	215,4	278,5
19.30	13,2	5,2	123,6	226,1	248,3	280,9	281,9
20.00	0,0	356,7	147,0	58,5	176,4	277,0	272,3
20.30	241,4	349,1	329,8	15,7	222,8	360,2	258,3
21.00	0,0	344,6	335,6	18,3	254,9	133,5	264,3
21.30	286,7	350,0	295,8	356,9	205,4	109,8	247,0
22.00	272,9	346,3	24,8	309,8	256,7	117,0	227,9
22.30	307,3	344,6	346,2	298,6	258,9	109,8	228,9
23.00	307,8	339,7	307,3	125,3	193,7	102,2	314,6
23.30	292,5	321,3	297,6	141,1	230,6	138,5	241,9
24.00	307,8	317,8	315,6	282,8	181,3	162,0	274,1

Sumber : Dinas Lingkungan Hidup Kota Surabaya, 2017

Secara umum, pada periode musim kemarau angin bergerak dari timur ke barat, sedangkan arah angin pada musim hujan umumnya bergerak dari barat ke timur. Adanya perbedaan arah dan kecepatan angin antara musim kemarau dan hujan akan berpengaruh pada persebaran atau dispersi pencemar ke area sekitarnya. Semakin tinggi kecepatan angin, maka area persebaran polutannya akan semakin luas. Berikut ini merupakan penggambaran pola arah angin dominan berupa windrose pada musim kemarau dan hujan di wilayah kota surabaya:



Gambar 4. 11 Windrose Pada Musim Hujan
Sumber: Hasil Perhitungan



Gambar 4. 12 Windrose Pada Musim Kemarau
Sumber: Hasil Perhitungan

Pada Gambar 4.11 dapat dilihat bahwa arah angin dominan pada musim hujan berhembus dari arah barat ke timur. Kondisi ini terjadi pada bulan Oktober-Maret. Sedangkan Gambar 4.12 menunjukkan arah angin dominan pada musim kemarau berhembus dari arah timur. Kondisi ini terjadi pada bulan April-September

4.3 Perhitungan Beban Emisi (Q)

Perhitungan beban emisi dilakukan dengan menggunakan data volume kendaraan yang tersedia. Rumus yang digunakan dapat dilihat pada persamaan berikut ini :

$$Q = n \times FE \times L \times f$$

Keterangan:

Q = Beban Emisi (ekr.gram/jam)

n = jumlah kendaraan (ekr/jam)

FE = faktor emisi SO₂ (gram/km) (Tabel 2.4)

L = panjang jalan (km)

f = faktor koreksi kecepatan

Nilai n didapat dari data jumlah kendaraan yang telah dikalikan dengan faktor ekr untuk masing-masing tipe jalan. sebagai contoh perhitungan, jalan kertajaya dengan tipe jalan 4/2 T memiliki faktor ekr yang tercatat dalam tabel 4.6 berikut ini:

Tabel 4. 6 faktor ekr Jalan Kertajaya

No	Jenis kendaraan	ekr
1	Sepeda motor	0,25
2	Mobil pribadi	1
3	Angkot	1
4	Bus	1,2
5	Pick up	1
6	Truk	1,2

Sumber : PKJI, 2014

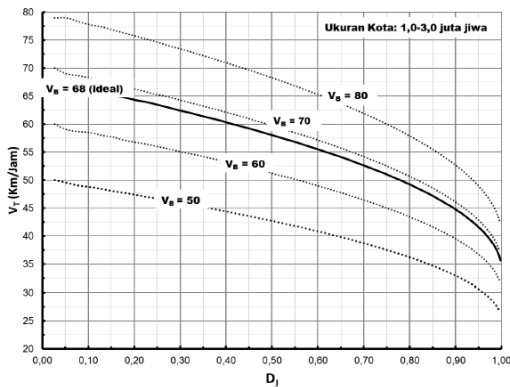
Selanjutnya nilai n dikalikan dengan faktor emisi SO₂ yang tercantum pada Tabel 2.4. Sedangkan panjang jalan didapat dari estimasi menggunakan perangkat lunak *Google Maps*. Penentuan panjang jalan dilakukan dengan menarik titik awal hingga titik akhir jalan. Sehingga diperoleh nilai panjang jalan yang selanjutnya digunakan untuk pengali dalam perhitungan beban emisi.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Assomadi (2016), perhitungan beban emisi untuk masing-masing kendaraan dengan kecepatan tertentu perlu dikalikan dengan faktor koreksi. Hal ini dikarenakan kecepatan kendaraan berpengaruh pada konsumsi bahan bakar yang selanjutnya juga akan berpengaruh pada besarnya beban emisi yang dihasilkan. Pada tabel 4.7 berikut ini merupakan nilai faktor koreksi berdasarkan kecepatan rata-rata kendaraan.

Tabel 4. 7 Faktor Koreksi Berdasarkan Kecepatan Rata-Rata

No	kecepatan rata-rata	faktor koreksi	No	kecepatan rata-rata	faktor koreksi
1	110	1,5	9	40	1,25
2	100	1,4	10	30	1,4
3	90	1,25	11	20	1,75
4	80	1	12	10	2,5
5	70	1	13	5	3,6
6	60	1			
7	50	1,1			
8	40	1,25			

Sumber : Mathew, 2014 dalam Assomadi, 2016



Gambar 4. 13 Grafik Derajat Kejenuhan dan Kecepatan Rata-Rata
 Sumber : PKJI, 2014

Penentuan kecepatan rata-rata untuk masing-masing jalan didasarkan pada besarnya nilai derajat kejenuhan. Nilai derajat kejenuhan dari dinas perhubungan kota surabaya diplotkan pada Gambar 4.8 kemudian diperoleh nilai kecepatannya.

Sebagai contoh, jalan kertajaya memiliki nilai derajat kejenuhan 0,53 pada puncak pagi, 0,9 pada puncak siang dan 0,62 pada puncak sore. Dari grafik pada gambar 4.5 diatas, didapatkan kecepatan rata-rata untuk jalan kertajaya pada puncak pagi siang dan sore. Hasil konversi dapat dilihat pada tabel 4.8 berikut ini:

Tabel 4. 8 Nilai Kecepatan Rata-Rata Berdasarkan Derajat Kejenuhan

Periode Puncak	Derajat Kejenuhan	Kecepatan
Puncak Pagi	0,53	58
Puncak Siang	0,9	45
Puncak Sore	0,62	55

Sumber: Hasil Perhitungan

Selanjutnya nilai kecepatan rata-rata digunakan untuk mencari nilai faktor koreksi berdasarkan tabel 4.8. Namun, nilai kecepatan yang diperoleh sebelumnya tidak tercantum pada tabel tersebut. Sehingga faktor koreksi dicari dengan menggunakan rumus interpolasi. Berikut merupakan rumus interpolasi yang digunakan untuk menentukan faktor koreksi dari kecepatan rata-rata yang tidak tercantum pada Tabel 4.8.

$$y = y_1 + \frac{(x - x_1)}{(x_2 - x_1)} (y_2 - y_1)$$

Keterangan:

y : faktor koreksi pada kecepatan rata-rata yang dicari

x : kecepatan rata-rata yang dicari

y₁ : faktor koreksi 1

x₁ : kecepatan rata-rata 1

y₂ : faktor koreksi 2

x₂ : kecepatan rata-rata 2

Berikut merupakan contoh perhitungan faktor koreksi pada jalan kertajaya untuk kecepatan rata-rata 58 km/jam. Nilai x₁ dan

x_2 yang dipilih yaitu kecepatan 50 km/jam dan 60 km/jam karena kecepatan 58 km/jam berada pada rentang tersebut. Sehingga diperoleh faktor koreksinya sebagai berikut:

$$y = y_1 + \frac{(x - x_1)}{(x_2 - x_1)} (y_2 - y_1)$$

Dimana:

$$x_1 = 60 \text{ km/jam}$$

$$x_2 = 50 \text{ km/jam}$$

$$x = 58 \text{ km/jam}$$

$$y_1 = 1$$

$$y_2 = 1,1$$

$$y = 1 + \frac{(58 - 60)}{(50 - 60)} (1,1 - 1)$$

$$y = 1,02$$

Sehingga konversi nilai kecepatan rata-rata pada jalan kertajaya menjadi nilai faktor koreksi dapat dilihat pada tabel 4.9 berikut ini:

Tabel 4. 9 Nilai Faktor Koreksi Berdasarkan Kecepatan-Rata-Rata

Periode Puncak	Kecepatan (km/jam)	Faktor Koreksi
Puncak Pagi	58	1,02
Puncak Siang	45	1,175
Puncak Sore	55	1,05

Sumber: Hasil Perhitungan

Faktor koreksi ini digunakan sebagai faktor pengali dalam perhitungan beban emisi dari perhitungan sebelumnya. Contoh perhitungan beban emisi pada 2 ruas Jalan Kertajaya yaitu sebagai berikut :

Perhitungan beban emisi kendaraan sepeda motor pada jam 07.00-07.10 WIB (puncak pagi) yaitu :

$$\text{Volume sepeda motor} = 1518 \text{ unit kendaraan/10 menit}$$

$$\text{Faktor emisi sepeda motor} = 0,008 \text{ gram/km}$$

$$\text{Faktor koreksi} = 1,02 \text{ (puncak pagi)}$$

$$\text{Faktor ekr} = 0,25 \text{ (jenis kendaraan ringan dengan tipe jalan 4/2 T)}$$

Panjang jalan = 2,1 km

$Q = n \times ekr \times FE \times L \times f$

$Q = 1518 \times 0,25 \times 0,008 \times 2,1 \times 1,02$

$Q = 6,503112 \text{ gram/ 10 menit}$

$Q = 0,01083852 \text{ gram/detik}$

Perhitungan beban emisi kendaraan mobil pribadi pada jam

11.00-11.10 WIB (puncak siang) yaitu :

Volume mobil pribadi = 818 unit kendaraan/10 menit

Faktor emisi mobil pribadi = 0,11 gram/km

Faktor koreksi = 1,175 (puncak siang)

Faktor ekr = 1 (jenis kendaraan ringan
dengan tipe jalan 4/2 T)

Panjang jalan = 2,1 km

$Q = n \times ekr \times FE \times L \times f$

$Q = 818 \times 1 \times 0,11 \times 2,1 \times 1,175$

$Q = 222,02565 \text{ gram/ 10 menit}$

$Q = 0,37004275 \text{ gram/detik}$

Perhitungan beban emisi kendaraan pickup/box pada jam

18.00-18.10 WIB (puncak sore) yaitu :

Volume pickup/box = 38 unit kendaraan/10 menit

Faktor emisi *pickup/box* = 0,13 gram/km

Faktor koreksi = 1,05 (puncak siang)

Faktor ekr = 1 (jenis kendaraan ringan
dengan tipe jalan 4/2 T)

Panjang jalan = 2,1 km

$Q = n \times ekr \times FE \times L \times f$

$Q = 38 \times 1 \times 0,13 \times 2,1 \times 1,05$

$Q = 10,8927 \text{ gram/ 10 menit}$

$Q = 0,0181545 \text{ gram/detik}$

Selanjutnya, setiap rentang 30 menit beban emisi dari masing-masing jenis kendaraan dijumlahkan agar diperoleh beban emisi per 30 menit. Hal ini dilakukan agar konsentrasi SO_2 yang dihasilkan dalam model nantinya dapat dibandingkan dengan data konsentrasi dari DLH. Dari perhitungan diatas nilai beban emisi yang akan diambil berupa nilai rata-rata setiap 30 menit dari masing-masing jalan yang akan diinput ke dalam model.

Berikut ini merupakan hasil perhitungan beban emisi untuk beberapa jalan di wilayah Surabaya timur :

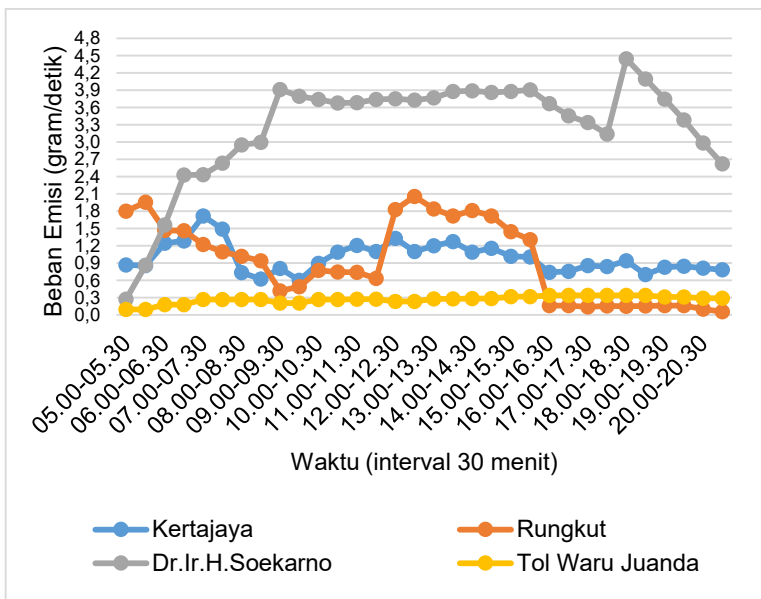
Tabel 4. 10 Beban Emisi Beberapa Jalan di Wilayah Surabaya Timur

Waktu	Kertajaya	Rungkut	Dr.Ir.H. Soekarno	Tol Waru Juanda
05.00-05.30	0,867	1,801	0,276	0,098
05.30-06.00	0,857	1,958	0,862	0,098
06.00-06.30	1,244	1,468	1,560	0,178
06.30-07.00	1,286	1,464	2,428	0,178
07.00-07.30	1,716	1,222	2,432	0,269
07.30-08.00	1,491	1,095	2,634	0,269
08.00-08.30	0,734	1,018	2,947	0,271
08.30-09.00	0,626	0,941	2,995	0,271
09.00-09.30	0,806	0,417	3,908	0,206
09.30-10.00	0,600	0,490	3,795	0,206
10.00-10.30	0,897	0,774	3,741	0,271
10.30-11.00	1,092	0,743	3,679	0,271
11.00-11.30	1,206	0,738	3,681	0,273
11.30-12.00	1,103	0,634	3,739	0,273
12.00-12.30	1,330	1,827	3,749	0,235
12.30-13.00	1,099	2,054	3,729	0,235
13.00-13.30	1,204	1,838	3,768	0,281
13.30-14.00	1,275	1,715	3,875	0,281
14.00-14.30	1,089	1,812	3,891	0,286
14.30-15.00	1,159	1,715	3,858	0,286
15.00-15.30	1,020	1,444	3,878	0,318
15.30-16.00	1,006	1,305	3,907	0,318
16.00-16.30	0,740	0,161	3,665	0,342
16.30-17.00	0,755	0,166	3,455	0,342
17.00-17.30	0,859	0,143	3,336	0,338
17.30-18.00	0,842	0,159	3,136	0,338
18.00-18.30	0,938	0,151	4,445	0,338
18.30-19.00	0,700	0,160	4,091	0,338
19.00-19.30	0,828	0,164	3,741	0,312

Waktu	Kertajaya	Rungkut	Dr.Ir.H. Soekarno	Tol Waru Juanda
19.30-20.00	0,847	0,164	3,384	0,312
20.00-20.30	0,812	0,101	2,985	0,292
20.30-21.00	0,784	0,058	2,624	0,292
Rata-Rata	0,994	0,935	3,256	0,269

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa beban emisi yang didapatkan dari masing-masing jalan hanya berkisar antara jam 05.00 wib hingga 21.00 wib. Sehingga data perlu dilengkapi agar memenuhi waktu 24 jam. Perhitungan untuk melengkapi data beban emisi dapat dilihat dalam pembahasan selanjutnya pada Sub Bab 4.4.



Gambar 4. 14 Beban Emisi Beberapa Jalan di Wilayah Surabaya Timur

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa rata-rata beban emisi yang dihasilkan oleh aktivitas lalu lintas dari beberapa jalan di wilayah Surabaya timur mengalami fluktuasi. Beban emisi cukup tinggi pada pagi dan siang hari namun menurun disaat malam hari. Hal ini dikarenakan aktivitas lalu lintas pada malam hari lebih rendah jika dibandingkan dengan aktivitas lalu lintas pada pagi dan siang hari.

4.4 Penentuan Faktor Pengali Beban Emisi

Dalam penelitian ini faktor pengali yang ditentukan merupakan faktor harian yang akan berubah setiap 30 menit. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Assomadi (2016), faktor harian dihitung berdasarkan perubahan volume kendaraan tap 30 menit. Dalam penelitian ini, penentuan faktor harian berdasarkan perubahan beban emisi setiap 30 menit pada masing-masing jalan yang kemudian dicari rata-ratanya. Hal ini dikarenakan beban emisi mengalami fluktuasi setiap saat namun nilai yang digunakan dalam model hanya beban emisi rata-rata. Sehingga faktor pengali diperlukan untuk menghitung besarnya konsentrasi SO₂ setiap 30 menit dalam model.

Dalam penentuan faktor harian ini, beban emisi rata-rata digunakan sebagai acuan dengan nilai 1. Sehingga beban emisi pada waktu tertentu memiliki nilai faktor sebagai berikut :

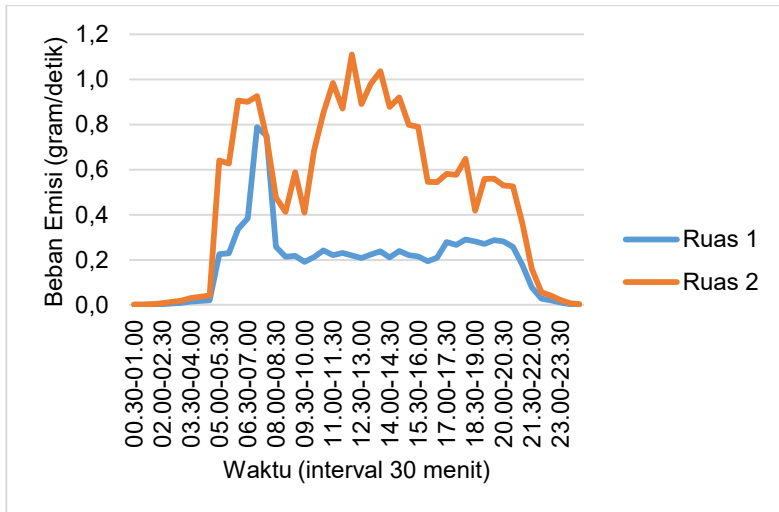
$$Fh = \frac{BE_t}{BE_{rt}} \times 1$$

Dimana :

BE_t = beban emisi pada waktu tertentu

BE_{rt} = beban emisi rata-rata

Berikut ini merupakan contoh perhitungan faktor harian berdasarkan nilai beban emisi pada jalan kertajaya. Perubahan beban emisi setiap 30 menit dapat dilihat pada Gambar 4.15 berikut ini:



Gambar 4. 15 Beban Emisi Jalan Kertajaya pada Kedua Ruas
Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan grafik diatas, beban emisi rata-rata sebesar 0,19 gram/detik pada ruas 1 dan 0,5 gram/detik pada ruas 2. Pada nilai beban emisi rata-rata ini memiliki nilai faktor 1. Berikut merupakan contoh perhitungan faktor harian pada jam 06.00 WIB untuk ruas 1 dengan nilai Brt sebesar 0,337 yaitu:

$$Fh = \frac{0,337}{0,236} \times 1$$

$$Fh = 1,429$$

Tabel 4.11 berikut merupakan hasil perhitungan faktor harian untuk masing-masing jalan. Kemudian faktor harian yang dipakai untuk model diambil dari rata-rata faktor harian seluruh jalan.

Tabel 4. 11 Faktor Harian untuk Masing-Masing Jalan

Kertajaya		Rungkut		Dr.Ir.H.Soekarno			Tol Waru Juanda	Rata-Rata
Ruas 1	Ruas 2	Ruas 1	Ruas 2	Segmen 1	Segmen 2	Segmen 3		
0,004	0,003	0,000	0,000	0,004	0,003	0,006	0,212	0,029
0,003	0,002	0,000	0,000	0,002	0,002	0,004	0,109	0,015
0,007	0,006	0,001	0,000	0,006	0,006	0,010	0,109	0,018
0,017	0,014	0,002	0,001	0,014	0,014	0,024	0,083	0,021
0,027	0,022	0,003	0,001	0,022	0,021	0,038	0,083	0,027
0,039	0,031	0,004	0,002	0,032	0,031	0,054	0,144	0,042
0,064	0,051	0,006	0,003	0,052	0,050	0,088	0,144	0,057
0,075	0,060	0,007	0,003	0,062	0,059	0,104	0,341	0,089
0,086	0,069	0,009	0,003	0,071	0,068	0,120	0,341	0,096
0,955	1,062	2,404	2,285	0,102	0,098	0,172	0,468	0,943
0,973	1,037	2,594	2,503	0,318	0,305	0,537	0,468	1,092
1,429	1,501	1,955	1,866	0,576	0,552	0,971	0,854	1,213
1,629	1,491	1,929	1,881	0,897	0,859	1,512	0,854	1,381
3,340	1,534	1,577	1,602	0,898	0,860	1,514	1,287	1,576
3,178	1,225	1,345	1,504	1,055	0,796	1,694	1,287	1,510
1,090	0,789	1,256	1,392	1,248	0,811	1,907	1,297	1,224

Kertajaya		Rungkut		Dr.Ir.H.Soekarno			Tol Waru Juanda	Rata-Rata
Ruas 1	Ruas 2	Ruas 1	Ruas 2	Segmen 1	Segmen 2	Segmen 3		
0,906	0,682	1,148	1,299	1,228	0,661	2,140	1,297	1,170
0,920	0,974	0,495	0,590	1,443	1,382	2,433	0,985	1,153
0,806	0,678	0,600	0,673	1,402	1,342	2,363	0,985	1,106
0,897	1,134	0,925	1,088	1,381	1,323	2,329	1,296	1,297
1,022	1,408	0,964	0,971	1,359	1,301	2,291	1,296	1,326
0,935	1,630	0,928	0,993	1,359	1,302	2,292	1,306	1,343
0,979	1,442	0,820	0,831	1,381	1,322	2,328	1,306	1,301
0,927	1,838	2,398	2,357	1,384	1,326	2,334	1,127	1,711
0,881	1,474	2,748	2,598	1,377	1,319	2,321	1,127	1,731
0,947	1,622	2,453	2,331	1,392	1,333	2,346	1,346	1,721
1,007	1,716	2,283	2,181	1,431	1,370	2,413	1,346	1,718
0,893	1,452	2,390	2,327	1,437	1,376	2,422	1,372	1,709
1,013	1,523	2,274	2,190	1,425	1,364	2,402	1,372	1,695
0,932	1,323	1,881	1,877	1,432	1,371	2,414	1,525	1,595
0,911	1,308	1,730	1,667	1,443	1,381	2,432	1,525	1,550
0,822	0,903	0,167	0,252	1,035	1,353	2,543	1,637	1,089
0,889	0,902	0,179	0,251	1,097	1,219	2,333	1,637	1,063

Kertajaya		Rungkut		Dr.Ir.H.Soekarno			Tol Waru Juanda	Rata-Rata
Ruas 1	Ruas 2	Ruas 1	Ruas 2	Segmen 1	Segmen 2	Segmen 3		
1,179	0,962	0,179	0,194	0,971	1,279	2,239	1,620	1,078
1,126	0,954	0,185	0,230	0,968	1,125	2,126	1,620	1,042
1,231	1,072	0,205	0,189	1,642	1,572	2,767	1,621	1,287
1,196	0,691	0,186	0,230	1,511	1,447	2,547	1,621	1,179
1,144	0,924	0,191	0,235	1,382	1,323	2,329	1,493	1,128
1,215	0,927	0,184	0,242	1,250	1,197	2,107	1,493	1,077
1,194	0,877	0,189	0,076	1,102	1,055	1,858	1,401	0,969
1,091	0,871	0,107	0,043	0,969	0,928	1,634	1,401	0,881
0,741	0,592	0,073	0,029	0,611	0,585	1,029	1,251	0,614
0,329	0,263	0,032	0,013	0,271	0,260	0,457	1,251	0,360
0,115	0,092	0,011	0,005	0,095	0,091	0,160	0,823	0,174
0,086	0,069	0,009	0,003	0,071	0,068	0,120	0,823	0,156
0,046	0,037	0,005	0,002	0,038	0,036	0,064	0,401	0,079
0,017	0,014	0,002	0,001	0,014	0,014	0,024	0,401	0,061
0,007	0,006	0,001	0,000	0,006	0,006	0,010	0,212	0,031

Sumber: Hasil Perhitungan

Hasil perhitungan diatas menunjukkan bahwa semakin besar nilai beban emisi maka nilai faktor harian juga akan semakin besar. Sehingga pembacaan model berasal dari beban emisi rata-rata dari setiap jalan yang telah dikalikan dengan faktor harian yang berubah setiap 30 menit.

Pada Tabel 4.12 berikut ini merupakan nilai beban emisi lengkap selama 24 jam pada keempat jalan setelah dilakukan perhitungan berdasarkan faktor harian diatas. Keempat jalan yang dimaksud yaitu jalan-jalan yang tersedia datanya baik dari Dinas Perhubungan Kota Surabaya, hasil penelitian sebelumnya dan PT.Citra Margatama Surabaya. Jalan tersebut meliputi Jalan Kertajaya, Jalan Rungkut, Jalan Dr.Ir.H.Soekarno dan Jalan Tol Waru Juanda.

Tabel 4. 12 Beban Emisi Jalan Kertajaya 24 Jam

Waktu (interval 30 menit)	Ruas 1 (gram/ detik)	Ruas 2 (gram/ detik)	Waktu (interval 30 menit)	Ruas 1 (gram/ detik)	Ruas 2 (gram/ detik)
00.30-01.00	0,001	0,002	12.30-13.00	0,208	0,891
01.00-01.30	0,001	0,001	13.00-13.30	0,224	0,980
01.30-02.00	0,002	0,003	13.30-14.00	0,238	1,037
02.00-02.30	0,004	0,008	14.00-14.30	0,211	0,878
02.30-03.00	0,006	0,013	14.30-15.00	0,239	0,920
03.00-03.30	0,009	0,019	15.00-15.30	0,220	0,799
03.30-04.00	0,015	0,031	15.30-16.00	0,215	0,791
04.00-04.30	0,018	0,036	16.00-16.30	0,194	0,546
04.30-05.00	0,020	0,042	16.30-17.00	0,210	0,545
05.00-05.30	0,225	0,642	17.00-17.30	0,278	0,581
05.30-06.00	0,230	0,627	17.30-18.00	0,266	0,577
06.00-06.30	0,337	0,907	18.00-18.30	0,291	0,648
06.30-07.00	0,385	0,901	18.30-19.00	0,282	0,418
07.00-07.30	0,788	0,927	19.00-19.30	0,270	0,558
07.30-08.00	0,750	0,741	19.30-20.00	0,287	0,561
08.00-08.30	0,257	0,477	20.00-20.30	0,282	0,530
08.30-09.00	0,214	0,412	20.30-21.00	0,257	0,527
09.00-09.30	0,217	0,589	21.00-21.30	0,175	0,358
09.30-10.00	0,190	0,409	21.30-22.00	0,078	0,159
10.00-10.30	0,212	0,685	22.00-22.30	0,027	0,056
10.30-11.00	0,241	0,851	22.30-23.00	0,020	0,042

Waktu (interval 30 menit)	Ruas 1 (gram/ detik)	Ruas 2 (gram/ detik)	Waktu (interval 30 menit)	Ruas 1 (gram/ detik)	Ruas 2 (gram/ detik)
11.00-11.30	0,221	0,985	23.00-23.30	0,011	0,022
11.30-12.00	0,231	0,871	23.30-00.00	0,004	0,008
12.00-12.30	0,219	1,111	00.00-00.30	0,002	0,003
Rata-Rata				0,193	0,494
Jumlah				0,688	

Sumber: Hasil Perhitungan

Jalan Kertajaya yang termasuk ke dalam kelas jalan Arteri Sekunder memiliki nilai beban emisi rata-rata dalam 30 menit sebesar 0,688 gram/detik. Jalan Kertajaya termasuk dalam jalan yang akan digunakan sebagai nilai pendekatan untuk jalan arteri sekunder lainnya. Jalan arteri sekunder yang juga akan digunakan sebagai acuan pendekatan nilai beban emisi yaitu Jalan Meyjen Sungkono dan Jalan Jemursari. Nilai Beban emisi kedua jalan tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.13 berikut ini.

Tabel 4. 13 Beban Emisi Jalan Meyjen Sungkono dan Jalan Jemursari Selama 24 Jam

Waktu (interval 30 menit)	Mayjen Sungkono (gram/ detik)	Jemur sari (gram/ detik)	Waktu (interval 30 menit)	Mayjen Sungkono (gram/ detik)	Jemur sari (gram/ detik)
00.00-00.30	0,002	0,002	12.30-13.00	0,302	0,520
00.30-01.00	0,001	0,001	13.00-13.30	0,518	0,511
01.00-01.30	0,001	0,001	13.30-14.00	0,533	0,491
01.30-02.00	0,002	0,002	14.00-14.30	0,499	0,458
02.00-02.30	0,005	0,005	14.30-15.00	0,525	0,554
02.30-03.00	0,007	0,008	15.00-15.30	0,644	0,462
03.00-03.30	0,010	0,012	15.30-16.00	0,631	0,429
03.30-04.00	0,017	0,020	16.00-16.30	0,627	0,414
04.00-04.30	0,020	0,023	16.30-17.00	0,621	0,432
04.30-05.00	0,023	0,027	17.00-17.30	0,575	0,382
05.00-05.30	0,239	0,404	17.30-18.00	0,517	0,357
05.30-06.00	0,250	0,481	18.00-18.30	0,489	0,378
06.00-06.30	0,313	0,331	18.30-19.00	0,457	0,381
06.30-07.00	0,369	0,404	19.00-19.30	0,418	0,388
07.00-07.30	0,460	0,362	19.30-20.00	0,391	0,327
07.30-08.00	0,501	0,380	20.00-20.30	0,350	0,466
08.00-08.30	0,513	0,405	20.30-21.00	0,291	0,338

Waktu (interval 30 menit)	Mayjen Sungkono (gram/ detik)	Jemur sari (gram/ detik)	Waktu (interval 30 menit)	Mayjen Sungkono (gram/ detik)	Jemur sari (gram/ detik)
08.30-09.00	0,526	0,363	21.00-21.30	0,198	0,230
09.00-09.30	0,476	0,314	21.30-22.00	0,088	0,102
09.30-10.00	0,456	0,235	22.00-22.30	0,031	0,036
10.00-10.30	0,417	0,346	22.30-23.00	0,023	0,027
10.30-11.00	0,376	0,477	23.00-23.30	0,012	0,014
11.00-11.30	0,389	0,593	23.30-00.00	0,005	0,005
11.30-12.00	0,357	0,546	Rata-rata	0,308	0,292
12.00-12.30	0,302	0,566			

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari Tabel 4.13 diatas dapat dilihat bahwa nilai beban emisi rata-rata dalam 30 menit untuk Jalan Mayjen Sungkono sebesar 0,308 gram/detik dan Jalan Jemursari sebesar 0,292 gram/detik. Selanjutnya nilai beban emisi dari jalan Kertajaya, Jalan Meyjen Sungkono dan jalan Jemursari dihitung nilai rata-ratanya. Nilai rata-rata ini akan menjadi nilai beban emisi untuk Jalan Arteri Sekunder lain yang tidak tersedia datanya. Nilai rata-rata dari ketiga jalan arteri sekunder tersebut yaitu sebesar 0,492 gram/detik.

Tabel 4. 14 Beban Emisi Jalan Rungkut Selama 24 Jam

Waktu (interval 30 menit)	Ruas 1 (gram/ detik)	Ruas 2 (gram/ detik)	Waktu (interval 30 menit)	Ruas 1 (gram/ detik)	Ruas 2 (gram/ detik)
00.30-01.00	0,00016	0,00007	12.30-13.00	1,04513	1,00875
01.00-01.30	0,00011	0,00004	13.00-13.30	0,93299	0,90506
01.30-02.00	0,00027	0,00011	13.30-14.00	0,86809	0,84670
02.00-02.30	0,00065	0,00026	14.00-14.30	0,90878	0,90360
02.30-03.00	0,00102	0,00042	14.30-15.00	0,86468	0,85051
03.00-03.30	0,00147	0,00060	15.00-15.30	0,71537	0,72875
03.30-04.00	0,00238	0,00097	15.30-16.00	0,65797	0,64724
04.00-04.30	0,00280	0,00115	16.00-16.30	0,06351	0,09787
04.30-05.00	0,00324	0,00132	16.30-17.00	0,06812	0,09739
05.00-05.30	0,91410	0,88723	17.00-17.30	0,06808	0,07523
05.30-06.00	0,98640	0,97206	17.30-18.00	0,07018	0,08926
06.00-06.30	0,74364	0,72453	18.00-18.30	0,07811	0,07320
06.30-07.00	0,73356	0,73050	18.30-19.00	0,07057	0,08914
07.00-07.30	0,59958	0,62220	19.00-19.30	0,07282	0,09115

Waktu (interval 30 menit)	Ruas 1 (gram/ detik)	Ruas 2 (gram/ detik)	Waktu (interval 30 menit)	Ruas 1 (gram/ detik)	Ruas 2 (gram/ detik)
07.30-08.00	0,51136	0,58391	19.30-20.00	0,07002	0,09412
08.00-08.30	0,47770	0,54060	20.00-20.30	0,07184	0,02951
08.30-09.00	0,43672	0,50426	20.30-21.00	0,04086	0,01669
09.00-09.30	0,18828	0,22891	21.00-21.30	0,02778	0,01135
09.30-10.00	0,22825	0,26146	21.30-22.00	0,01235	0,00504
10.00-10.30	0,35171	0,42237	22.00-22.30	0,00432	0,00176
10.30-11.00	0,36651	0,37695	22.30-23.00	0,00324	0,00132
11.00-11.30	0,35288	0,38548	23.00-23.30	0,00173	0,00071
11.30-12.00	0,31166	0,32268	23.30-00.00	0,00065	0,00026
12.00-12.30	0,91191	0,91538	00.00-00.30	0,00027	0,00011
			Rata-rata Jumlah	0,30925 0,62483	0,31559

Sumber: Hasil Perhitungan

Jalan Rungkut yang termasuk ke dalam kelas jalan kolektor sekunder memiliki beban emisi rata-rata dalam 30 menit sebesar 0,62483 gram/detik. Nilai beban emisi ini akan digunakan sebagai nilai beban emisi untuk jalan kolektor sekunder lain yang tidak tersedia datanya.

Tabel 4. 15 Beban Emisi Jalan Dr.Ir.H.Soekarno Selama 24 Jam

Waktu (interval 30 menit)	Segmen 1	Segmen 2	Segmen 3
00.30-01.00	0,003	0,003	0,004
01.00-01.30	0,002	0,002	0,003
01.30-02.00	0,004	0,004	0,007
02.00-02.30	0,011	0,010	0,018
02.30-03.00	0,017	0,016	0,028
03.00-03.30	0,024	0,023	0,040
03.30-04.00	0,039	0,037	0,066
04.00-04.30	0,046	0,044	0,077
04.30-05.00	0,053	0,051	0,089
05.00-05.30	0,076	0,073	0,128
05.30-06.00	0,237	0,227	0,399
06.00-06.30	0,428	0,410	0,722
06.30-07.00	0,666	0,638	1,124
07.00-07.30	0,667	0,639	1,125
07.30-08.00	0,784	0,591	1,259
08.00-08.30	0,927	0,603	1,417

Waktu (interval 30 menit)	Segmen 1	Segmen 2	Segmen 3
08.30-09.00	0,913	0,492	1,591
09.00-09.30	1,073	1,027	1,808
09.30-10.00	1,042	0,997	1,756
10.00-10.30	1,027	0,983	1,731
10.30-11.00	1,010	0,967	1,702
11.00-11.30	1,010	0,967	1,703
11.30-12.00	1,026	0,983	1,730
12.00-12.30	1,029	0,985	1,735
12.30-13.00	1,023	0,980	1,725
13.00-13.30	1,034	0,990	1,744
13.30-14.00	1,064	1,018	1,793
14.00-14.30	1,068	1,023	1,800
14.30-15.00	1,059	1,014	1,785
15.00-15.30	1,064	1,019	1,794
15.30-16.00	1,072	1,027	1,808
16.00-16.30	0,769	1,006	1,890
16.30-17.00	0,815	0,906	1,734
17.00-17.30	0,722	0,951	1,664
17.30-18.00	0,720	0,836	1,580
18.00-18.30	1,220	1,168	2,057
18.30-19.00	1,123	1,075	1,893
19.00-19.30	1,027	0,983	1,731
19.30-20.00	0,929	0,889	1,566
20.00-20.30	0,819	0,784	1,381
20.30-21.00	0,720	0,690	1,214
21.00-21.30	0,454	0,435	0,765
21.30-22.00	0,202	0,193	0,340
22.00-22.30	0,070	0,068	0,119
22.30-23.00	0,053	0,051	0,089
23.00-23.30	0,028	0,027	0,048
23.30-00.00	0,011	0,010	0,018
00.00-00.30	0,004	0,004	0,007
Rata-Rata	0,608	0,582	1,059

Sumber: Hasil Perhitungan

Jalan Dr.Ir.H.Soekarno yang termasuk ke dalam kelas jalan Arteri Primer memiliki nilai beban emisi rata-rata sebesar 0,608 gram/detik pada Segmen 1 (perempatan lampu merah Kertajaya-lampu merah Arif Rahman Hakim). Sedangkan Segmen

2 (Perempatan lampu merah Arif Rahman Hakim - lampu Merah Kedung Baruk) memiliki nilai beban emisi sebesar 0,582 gram/detik. Selanjutnya Segmen 3 (Perempatan lampu merah Kedung Baruk – lampu merah Rungkut) memilki nilai beban emisi sebesar 1,059 gram/detik.

Tabel 4. 16 Beban Emisi Jalan Tol Waru Juanda Selama 24 Jam

Waktu (interval 30 menit)	Beban Emisi (gram/detik)	Waktu (interval 30 menit)	Beban Emisi (gram/detik)
00.30-01.00	0,044	12.30-13.00	0,235
01.00-01.30	0,023	13.00-13.30	0,281
01.30-02.00	0,023	13.30-14.00	0,281
02.00-02.30	0,017	14.00-14.30	0,286
02.30-03.00	0,017	14.30-15.00	0,286
03.00-03.30	0,030	15.00-15.30	0,318
03.30-04.00	0,030	15.30-16.00	0,318
04.00-04.30	0,071	16.00-16.30	0,342
04.30-05.00	0,071	16.30-17.00	0,342
05.00-05.30	0,098	17.00-17.30	0,338
05.30-06.00	0,098	17.30-18.00	0,338
06.00-06.30	0,178	18.00-18.30	0,338
06.30-07.00	0,178	18.30-19.00	0,338
07.00-07.30	0,269	19.00-19.30	0,312
07.30-08.00	0,269	19.30-20.00	0,312
08.00-08.30	0,271	20.00-20.30	0,292
08.30-09.00	0,271	20.30-21.00	0,292
09.00-09.30	0,206	21.00-21.30	0,261
09.30-10.00	0,206	21.30-22.00	0,261
10.00-10.30	0,271	22.00-22.30	0,172
10.30-11.00	0,271	22.30-23.00	0,172
11.00-11.30	0,273	23.00-23.30	0,084
11.30-12.00	0,273	23.30-00.00	0,084
12.00-12.30	0,235	00.00-00.30	0,044
		Rata-Rata	0,209

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa nilai beban emisi Jalan Tol Waru Juanda sebesar 0,209 gram/detik. Nilai ini cukup kecil jika dibandingkan dengan nilai beban emisi jalan lainnya. Hal ini dikarenakan volume kendaraan yang melintasi jalan tol waru-

juanda cukup kecil dan hanya didominasi oleh kendaraan yang akan menuju Bandara Juanda.

Selanjutnya, perhitungan Beban Emisi untuk jalan Raya ITS menggunakan pendekatan dengan jalan sejenis. Jalan Raya ITS termasuk kedalam kelas jalan kolektor primer. Dalam penelitian ini, jalan kolektor primer yang digunakan sebagai acuan yaitu Jalan Mastrip. Hal ini dikarenakan data Jalan Kolektor Primer yang tersedia dari Dinas Perhubungan Kota Surabaya hanya satu jalan yaitu Jalan Mastrip. Tabel 4.17 berikut ini merupakan hasil perhitungan Beban Emisi pada Jalan Mastrip.

Tabel 4. 17 Beban Emisi Jalan Mastrip Selama 24 Jam

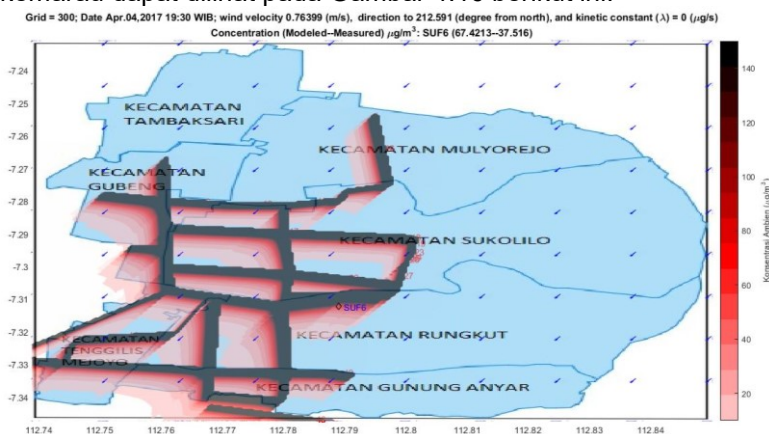
Waktu (interval 30 menit)	Beban Emisi (gram/detik)	Waktu (interval 30 menit)	Beban Emisi (gram/detik)
00.00-00.30	0,001	12.30-13.00	0,400
00.30-01.00	0,001	13.00-13.30	0,365
01.00-01.30	0,001	13.30-14.00	0,488
01.30-02.00	0,001	14.00-14.30	0,536
02.00-02.30	0,003	14.30-15.00	0,550
02.30-03.00	0,005	15.00-15.30	0,507
03.00-03.30	0,007	15.30-16.00	0,412
03.30-04.00	0,012	16.00-16.30	0,354
04.00-04.30	0,014	16.30-17.00	0,295
04.30-05.00	0,016	17.00-17.30	0,316
05.00-05.30	0,274	17.30-18.00	0,318
05.30-06.00	0,279	18.00-18.30	0,332
06.00-06.30	0,489	18.30-19.00	0,279
06.30-07.00	0,403	19.00-19.30	0,262
07.00-07.30	0,429	19.30-20.00	0,176
07.30-08.00	0,425	20.00-20.30	0,207
08.00-08.30	0,434	20.30-21.00	0,203
08.30-09.00	0,376	21.00-21.30	0,138
09.00-09.30	0,589	21.30-22.00	0,061
09.30-10.00	0,456	22.00-22.30	0,021
10.00-10.30	0,641	22.30-23.00	0,016
10.30-11.00	0,487	23.00-23.30	0,009
11.00-11.30	0,539	23.30-00.00	0,003
11.30-12.00	0,516	Rata-rata	0,274
12.00-12.30	0,486		

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari tabel diatas, dapat diketahui besarnya nilai beban emisi untuk jalan Mastrip sebesar 0,274 gram/detik. Nilai ini akan digunakan sebagai beban emisi untuk Jalan Raya ITS yang akan digunakan pada model dalam penelitian ini.

4.4 Analisis Hasil Model

Dalam penelitian ini, model dijalankan untuk data 7 hari di musim kemarau dan 7 hari di musim hujan. Output model menunjukkan pola dispersi pencemar SO_2 pada wilayah Surabaya Timur dalam rentang waktu setiap 30 menit. Pola dispersi akan berubah setiap 30 menit mengikuti arah dan kecepatan angin. Contoh kontur dispersi yang dihasilkan oleh model pada musim kemarau dapat dilihat pada Gambar 4.16 berikut ini:



Gambar 4. 16 Kontur Dispersi Hasil Model di Musim Kemarau

Sumber : Hasil Model

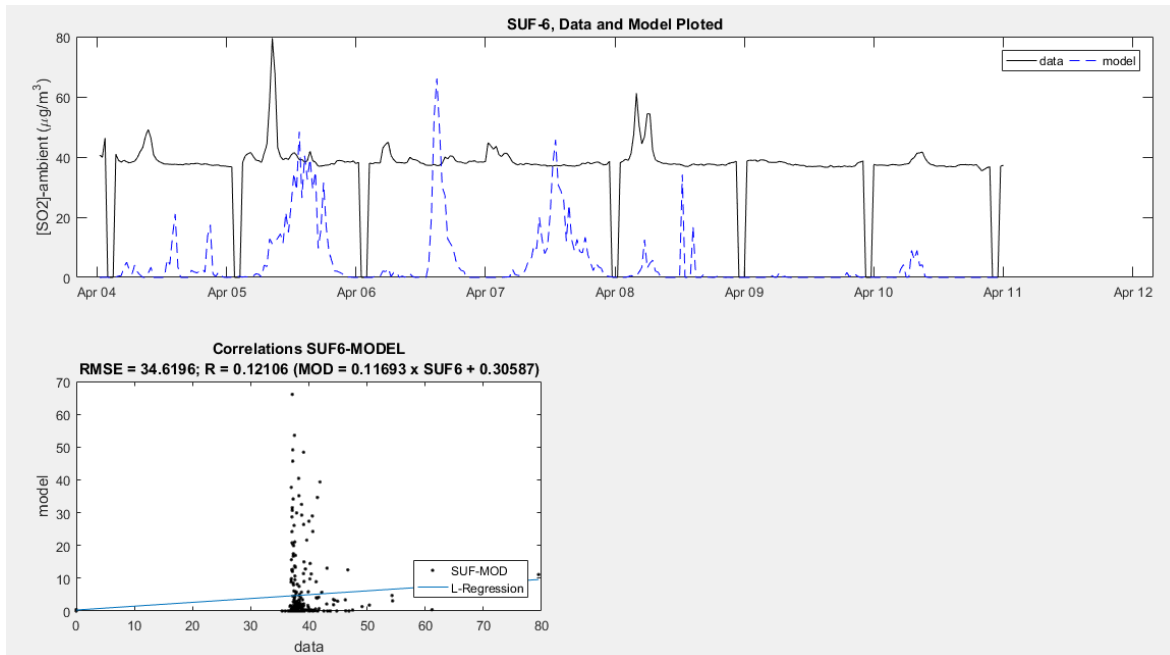
Dalam penelitian ini, dapat dilihat bahwa konsentrasi dispersi yang terbaca pada model cukup kecil jika dibandingkan dengan data dari SUF. Ada beberapa faktor yang menyebabkan hasil model cukup kecil. Pertama, posisi jalan-jalan di wilayah Surabaya Timur tidak terlalu dekat dengan posisi SUF. Sehingga dispersi yang dihasilkan oleh sumber garis/jalan tidak sepenuhnya terbaca oleh SUF pada model. Kedua, lokasi sumber garis hanya tersebar pada area di sebelah barat, utara dan selatan SUF. Sedangkan area sebelah timur SUF didominasi oleh perumahan

dan ruang terbuka hijau. Hal ini menyebabkan hasil model kecil khususnya disaat arah angin bertiup dari arah timur. Dispersi Konsentrasi SO_2 akan cukup besar saat arah angin bertiup dari arah barat. Hal ini dikarenakan sumber pencemar dalam pemodelan ini berada di sebelah barat lokasi SUF.

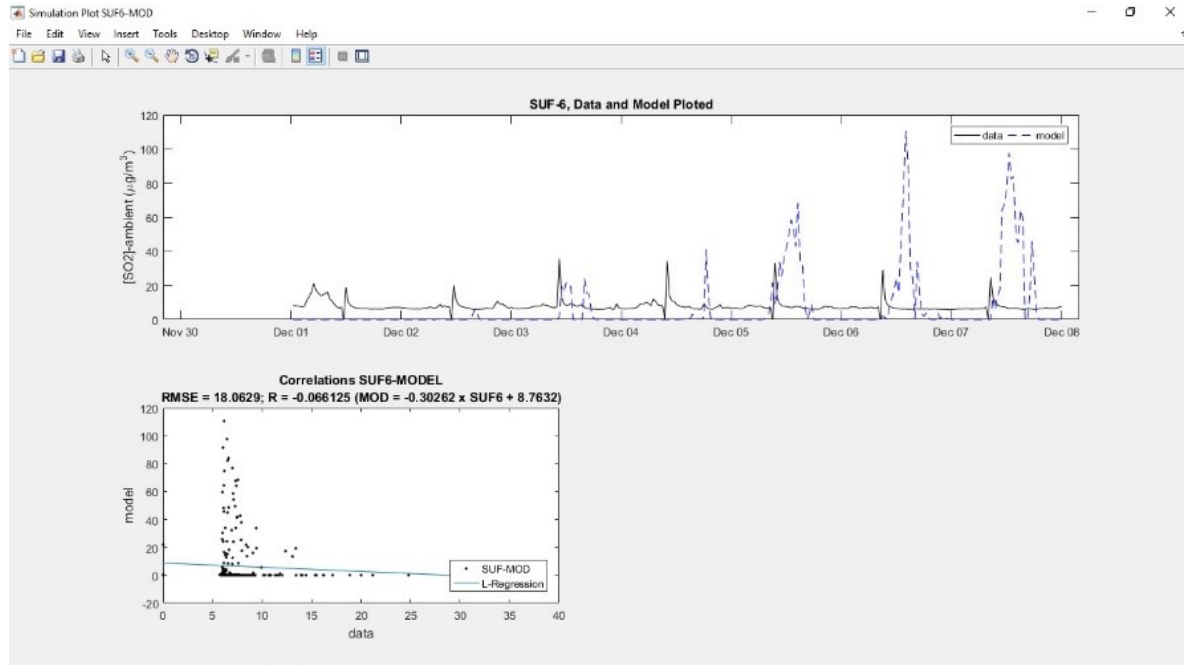
4.5 Pembahasan Verifikasi Model

Verifikasi model dilakukan dengan perhitungan RMSE dan korelasi yang telah ditulis dalam *script*. Berdasarkan standar yang ditetapkan oleh US EPA, nilai simpangan minimal sebesar 0,72 dan nilai korelasi minimal 0,572 untuk pemodelan *multi source* berupa gabungan dari sumber titik, sumber garis dan sumber area. Sedangkan sumber pencemar yang digunakan dalam pemodelan ini hanya berasal dari aktivitas kendaraan bermotor berupa *line source*. Menurut Kusminingrum dan Gunawan (2008), kendaraan bermotor menyumbang sekitar 70% dari total pencemaran udara di kota-kota besar seperti Surabaya. Sehingga standar yang dapat digunakan dalam pemodelan pencemaran berupa *line source* ini sebesar 70% dari standar US EPA untuk *multi source*. Maka diperoleh angka 0,4004 sebagai standar yang dapat digunakan sebagai nilai korelasi minimum untuk pemodelan pencemar *line source*.

Dari hasil model, nilai RMSE pada musim kemarau sebesar 34,6196 dan korelasi sebesar 0,1216. Sedangkan pada musim hujan nilai RMSE sebesar 18,0629 dan korelasi 0,066125. Nilai tersebut menunjukkan bahwa sumber garis tidak berpengaruh signifikan pada konsentrasi pencemar SO_2 di wilayah Surabaya Timur. Ada banyak sumber lain yang dapat menjadi penyumbang konsentrasi pencemar di atmosfer seperti sumber titik dari aktivitas industri dan rumah tangga. Selain itu, posisi sumber garis di wilayah Surabaya Timur hanya tersebar pada area di sebelah barat, utara dan selatan SUF6. Hal ini menyebabkan pembacaan konsentrasi pada model menjadi 0 saat arah angin bertiup dari timur ke barat. Berikut ini merupakan output model berupa grafik dan nilai RMSE untuk masing-masing musim dapat dilihat pada Gambar 4.17 dan Gambar 4.18 dibawah ini:



Gambar 4. 17 Grafik RMSE dan korelasi pada Musim Kemarau
 Sumber : Hasil Model



Gambar 4. 18 Grafik RMSE dan korelasi pada Musim Hujan

Sumber : Hasil Model

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

4.6 Verifikasi Menggunakan Data Terpilih

Berdasarkan hasil model sebelumnya, diperoleh nilai korelasi dan RMSE yang cukup kecil dan belum memenuhi standar US EPA. Sehingga verifikasi dilakukan kembali terhadap data-data terpilih. Data terpilih ini berdasarkan analisis grafik RMSE dan korelasi yang menunjukkan pola yang sama antara data hasil observasi dan data hasil model. Pemilihan data ini juga berdasarkan arah angin dari sumber garis menuju posisi SUF-6. Hal ini dilakukan karena nilai model dispersi ini akan mendekati nilai observasi saat angin bertiup dari sumber garis menuju SUF-6. Arah angin yang dipilih berada pada rentang 0° hingga 270°. Perhitungan nilai korelasi dan RMSE menggunakan rumus pada persamaan 2.7 dan persamaan 2.8. Pada Tabel 4.18 berikut merupakan data konsentrasi SO₂ terpilih berdasarkan analisis grafik RMSE dan korelasi serta arah angin menuju SUF pada musim kemarau.

Tabel 4. 18 Data Konsentrasi SO₂ Terpilih Pada Musim Kemarau

Waktu (Tanggal, Jam)	Nilai observasi (µg/m³)	Nilai hasil model (µg/m³)	Arah Angin (°N)
04/04/2017 06.00	38,096	31,3	100,38
04/04/2017 07.30	39,836	41,8	173,12
04/04/2017 09.30	49,146	39,8	234,85
04/04/2017 18.00	37,738	43,3	214,65
04/04/2017 18.30	37,954	35,0	216,66
04/04/2017 19.00	37,714	45,7	219,74
04/04/2017 20.00	37,767	39,8	209,92
05/04/2017 21.00	38,86	27,7	130,24
06/04/2017 05.30	44,23	36,0	142,88
06/04/2017 07.00	39,10	36,9	208,90
06/04/2017 07.30	38,16	47,1	195,97
06/04/2017 10.00	39,92	22,2	145,44
06/04/2017 19.30	38,35	42,1	139,49
07/04/2017 07.30	37,87	49,1	129,92
07/04/2017 20.00	37,98	49,6	153,25
08/04/2017 05.00	44,44	42,7	100,19
08/04/2017 05.30	46,70	35,9	80,27
08/04/2017 07.30	39,13	23,4	113,74

Waktu (Tanggal, Jam)	Nilai observasi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Nilai hasil model ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Arah Angin ($^{\circ}\text{N}$)
08/04/2017 08.00	38,53	25,6	121,34
08/04/2017 14.30	37,70	48,6	438,22
10/04/2017 07.30	39,89	39,8	104,74
Rata-rata	38,958	38,258	
Nilai Korelasi		0,8	
Nilai RMSE		3,67	

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4. 19 Data Konsentrasi SO_2 Terpilih Pada Musim Hujan

Waktu (Tanggal, Jam)	Nilai observasi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Nilai hasil model ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Arah Angin ($^{\circ}\text{N}$)
01/12/2017 09.00	10,76	14,1	102,46
01/12/2017 09.30	8,78	14,7	108,83
01/12/2017 14.00	6,88	10,6	137,51
01/12/2017 14.30	6,56	7,5	116,77
02/12/2017 09.30	8,15	6,1	114,19
02/12/2017 10.00	7,22	9,1	125,82
02/12/2017 10.30	7,66	7,4	140,91
02/12/2017 12.30	8,87	11,3	111,03
02/12/2017 14.30	6,86	11,9	179,90
02/12/2017 16.00	5,97	8,0	209,20
02/12/2017 16.30	6,02	10,0	206,63
02/12/2017 17.30	6,13	14,1	173,62
02/12/2017 18.00	6,19	6,5	150,97
02/12/2017 20.30	8,75	8,7	169,15
02/12/2017 21.00	10,70	6,6	164,56
03/12/2017 08.00	8,26	7,1	80,54
03/12/2017 14.00	8,14	9,5	135,49
04/12/2017 08.00	8,54	8,3	107,18
05/12/2017 12.00	7,49	6,8	235,06
05/12/2017 12.30	7,27	7,9	235,64
07/12/2017 14.00	6,62	6,7	238,22
07/12/2017 20.00	6,37	6,3	92,26
07/12/2017 21.00	6,52	64,4	84,33
Rata-rata	7,60	8,85	
Nilai Korelasi		0,89	
Nilai RMSE		2,05	

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan hasil perhitungan diatas dapat dilihat bahwa hasil analisa data terpilih menghasilkan nilai korelasi dan RMSE yang baik dan memenuhi standar korelasi minimum untuk pemodelan pencemaran berupa line source sebesar 0,4004.

Tabel 4. 20 Data Konsentrasi SO₂ Musim Kemarau untuk Arah Angin Tidak Menuju SUF-6

Waktu (Tanggal, Jam)	Nilai observasi (µg/m ³)	Nilai hasil model (µg/m ³)	Arah Angin (°N)
04/04/2017 08.30	43,198	0,0	302,74
04/04/2017 09.00	46,907	0,0	272,84
04/04/2017 11.00	39,238	0,0	283,18
04/04/2017 11.30	38,484	0,0	272,25
06/04/2017 02.30	37,94	0,0	352,17
06/04/2017 11.30	38,74	2,8	359,09
06/04/2017 12.00	37,99	0,7	342,97
06/04/2017 12.30	37,81	0,3	340,56
06/04/2017 13.00	37,30	0,0	273,37
06/04/2017 22.00	38,77	0,0	291,70
08/04/2017 10.00	37,63	0,0	354,93
08/04/2017 10.30	37,57	0,0	323,42
08/04/2017 11.00	37,76	0,0	329,41
08/04/2017 11.30	37,56	0,0	326,38
08/04/2017 12.00	37,58	0,0	303,59
08/04/2017 13.30	36,85	0,0	307,93
08/04/2017 14.00	37,20	1,2	351,83
08/04/2017 15.00	37,48	0,0	336,22
08/04/2017 15.30	37,35	0,0	303,41
08/04/2017 16.00	37,63	0,0	338,22
08/04/2017 18.00	37,58	0,0	359,05
08/04/2017 18.30	37,53	0,1	352,43
09/04/2017 01.30	38,84	0,0	356,84
09/04/2017 06.00	38,24	0,0	321,75
09/04/2017 08.00	37,74	0,3	343,98
09/04/2017 08.30	37,59	0,0	299,75
09/04/2017 09.00	37,27	0,0	321,37

Waktu (Tanggal, Jam)	Nilai observasi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Nilai hasil model ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Arah Angin ($^{\circ}\text{N}$)
09/04/2017 10.00	37,33	0,0	303,77
09/04/2017 10.30	37,19	0,0	297,46
Rata-rata	38,267	1,797	
Nilai Korelasi		0,861	
Nilai RMSE		6,13	

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4. 21 Data Konsentrasi SO_2 Musim Hujan untuk Arah Angin Tidak Menuju SUF-6

Waktu (Tanggal, Jam)	Nilai observasi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Nilai hasil model ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Arah Angin ($^{\circ}\text{N}$)
03/12/2017 18.00	6,14	0,0	283,09
03/12/2017 19.30	6,00	0,0	303,61
03/12/2017 20.00	6,00	0,0	327,01
04/12/2017 19.00	6,30	0,0	337,88
04/12/2017 20.00	6,15	0,2	238,51
04/12/2017 23.00	6,96	0,0	305,32
04/12/2017 23.30	7,06	0,0	321,08
05/12/2017 08.30	6,99	0,0	281,68
05/12/2017 16.00	6,55	0,0	301,66
06/12/2017 09.30	11,83	0,0	301,43
06/12/2017 10.00	8,73	0,0	312,71
06/12/2017 11.00	7,02	0,0	310,09
06/12/2017 11.30	6,67	0,0	302,17
06/12/2017 12.30	6,37	0,0	275,56
06/12/2017 13.00	6,11	0,0	273,86
06/12/2017 15.00	6,00	0,0	280,80
06/12/2017 15.30	6,07	0,0	308,10
06/12/2017 17.30	6,27	0,0	301,21
06/12/2017 18.00	6,17	0,0	340,56
06/12/2017 21.00	6,05	0,0	313,54
06/12/2017 21.30	6,01	0,0	289,84
06/12/2017 22.00	5,99	0,0	297,03
06/12/2017 22.30	5,93	0,0	289,77
06/12/2017 23.00	5,92	0,0	282,19

Waktu (Tanggal, Jam)	Nilai observasi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Nilai hasil model ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Arah Angin ($^{\circ}\text{N}$)
06/12/2017 23.30	5,71	0,0	318,49
07/12/2017 00.00	5,88	0,0	341,96
07/12/2017 09.30	9,93	0,0	293,02
07/12/2017 13.00	6,50	0,0	272,67
07/12/2017 15.30	5,99	0,0	279,12
Rata-rata	6,671	3,217	
Nilai Korelasi		0,505	
Nilai RMSE		4,202	

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan hasil perhitungan diatas dapat dilihat bahwa rata-rata nilai hasil model pada interval waktu 30 menit adalah $0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Hasil model pada arah angin yang tidak menuju SUF-6 menghasilkan nilai korelasi sebesar 0,861 untuk musim kemarau dan 0,505 untuk musim hujan. Sedangkan nilai RMSE untuk musim kemarau sebesar 6,31 dan musim hujan sebesar 4,202.

4.8 Pembuatan Skenario dan Overlay Model

Skenario model dibuat berdasarkan perbedaan musim hujan dan kemarau pada kecepatan angin maksimum, rata-rata dan minimum. Data yang digunakan berupa data arah dan kecepatan angin BMKG stasiun Juanda.

Langkah pertama yang dilakukan yaitu mengelompokkan data ke dalam 8 arah mata angin. Hal ini dimaksudkan agar diperoleh kontur dispersi pada masing-masing arah. Sehingga outputan model dapat menghasilkan pola dispersi dengan pembacaan yang lebih mudah. Penentuan rentang derajat untuk masing-masing arah diperoleh dengan cara membagi total derajat mata angin (360°) menjadi 8 bagian.

$$\text{Rentang derajat 1 arah mata angin} = \frac{360^{\circ}}{8}$$

$$\text{Rentang derajat 1 arah mata angin} = 45^{\circ}$$

Selanjutnya arah utara dipilih pada rentang $337,5^{\circ}$ - $22,5^{\circ}$ kemudian dilanjutkan dengan arah timur laut dengan menambahkan 45° pada batas akhir arah utara. Sehingga arah timur laut berada pada rentang $22,5^{\circ}$ - $67,5^{\circ}$ begitu pula seterusnya. Pengelompokan data arah angin berdasarkan tabel 4.20 berikut:

Tabel 4. 22 Skala Pengelompokan Arah Mata Angin

Arah	°N
Utara	337,5-22,5
Timur Laut	22,5-67,5
Timur	67,5-112,5
Tenggara	112,5-157,5
Selatan	157,5-202,5
Barat Daya	202,4-247,5
Barat	247,5-292,5
Barat Laut	292,5-337,5

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan ketentuan diatas maka diperoleh hasil pengelompokan pada kedua musim yaitu sebagai berikut:

Tabel 4. 23 Pengelompokan Data Meteorologi ke 8 Arah Mata Angin

Utara		Timur Laut		Timur		Tenggara		Selatan		Barat Daya		Barat		Barat Laut	
Arah (°N)	V (m/s)	Arah (°N)	V (m/s)	Arah (°N)	V (m/s)	Arah (°N)	V (m/s)	Arah (°N)	V (m/s)	Arah (°N)	V (m/s)	Arah (°N)	V (m/s)	Arah (°N)	V (m/s)
10	0	30	3	70	2	120	2	160	3	210	2	250	2	300	2
10	0	30	3	70	3	120	2	160	3	210	2	250	2	300	2
20	0	30	3	70	3	120	3	160	3	210	2	250	2	300	2
20	0	30	3	70	3	120	3	160	3	210	3	250	2	300	2
340	0	40	3	70	3	120	3	160	3	210	3	250	2	300	3
340	2	40	3	70	3	120	3	160	3	210	3	250	2	300	3
340	3	40	3	70	3	120	3	160	3	210	3	250	3	300	3
350	5	40	3	70	3	120	3	160	3	210	3	250	3	300	3
360	5	40	3	70	3	120	3	160	3	210	3	250	3	300	3
360	5	40	4	70	4	120	4	160	3	210	3	250	3	300	3
360	6	50	5	70	4	120	4	160	3	210	3	250	3	300	3
360	8	50	5	70	4	120	5	160	5	210	3	250	3	300	3
360	9	50	5	70	4	120	5	160	5	210	3	250	3	300	3
360	10	50	5	70	4	120	5	160	5	210	3	250	3	300	3
360	10	50	5	70	5	120	5	160	5	220	3	250	3	300	3

Selanjutnya data diatas dihitung nilai rata-ratanya pada masing-masing arah. Kemudian data digolongkan kembali berdasarkan kecepatan angin pada skala *beaufort* yang dapat dilihat pada Tabel 4.24 berikut:

Tabel 4. 24 Skala Beaufort

Skala Beaufort	Deskripsi	Kecepatan Angin (meter/detik)	Tinggi Gelombang (meter)
1	Tenang	0-0,3	0
2	Sedikit tenang	0,3-1,5	0-0,2
3	Sedikit hembusan angin	1,5-3,3	0,2-0,5
4	Hembusan angin pelan	3,3-5,5	0,5-1
5	Hembusan angin sedang	5,5-8	1-2
6	sejuk	8-10,8	2-3
7	Hembusan angin kuat	10,8-13,9	3-4
8	Mendekati kencang	13,9-17,2	4-5,5
9	Kencang	17,2-20,7	5,5-7,5
10	Kencang sekali	20,7-24,5	7,5-10
11	Badai	24,5-28,4	10-12,5
12	Badai dahsyat	28,4-32,6	12,5-16
13	Badai topan	>32,6	>16

Sumber : Stewart, 2008

Hasil perhitungan rata-rata dan pengelompokan data dapat dilihat pada tabel 4.25 berikut:

Tabel 4. 25 Rata-Rata Kecepatan Angin Pada Masing-Masing Arah
Kecepatan Angin (meter/detik)

Arah	Kecepatan Angin (meter/detik)					
	Kemarau			Hujan		
	3	4	5	3	4	5
Utara (0)	2,50	4,50	8,00	3,00	4,91	6,90
Timur Laut (45)	3,00	4,80	7,23	2,83	5,00	6,95

Arah	Kecepatan Angin (meter/detik)					
	Kemarau			Hujan		
	3	4	5	3	4	5
Timur (90)	2,89	4,86	7,10	3,00	4,77	7,14
Tenggara (135)	2,78	4,93	7,03	3,00	4,80	7,05
Selatan (180)	3,00	5,00	6,43	2,56	4,94	6,69
Barat Daya (225)	2,92	4,92	5,69	2,92	4,97	6,46
Barat (270)	2,90	4,99	6,58	2,84	4,97	6,83
Barat Laut (315)	2,75	5,00	6,80	2,82	4,95	6,88

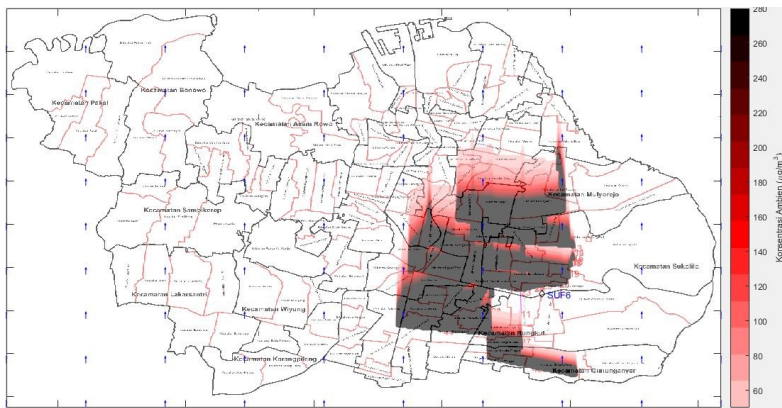
Sumber : Hasil Perhitungan

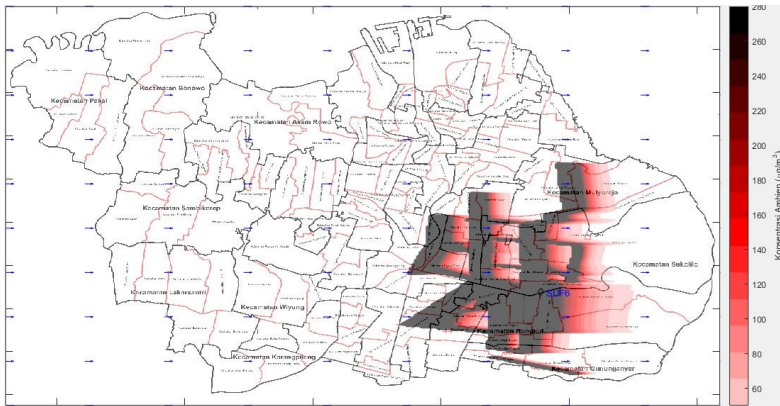
Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa kecepatan angin di kota Surabaya dapat dikategorikan pada skala 3 yaitu sedikit hembusan angin, skala 4 hembusan angin pelan, dan skala 5 hembusan angin sedang/sejuk. Selanjutnya, kondisi ini menjadi input pada model untuk menghitung dispersi dan pola persebarannya.

Pola dispersi yang dibentuk dipilih pada kondisi konsentrasi SO₂ terburuk. Kondisi terburuk terjadi pada tanggal 10 April 2017 pukul 12.30 WIB di musim kemarau dan pada tanggal 4 Desember 2017 pukul 12.30 WIB di musim hujan. Pemilihan waktu terburuk ini didasarkan pada faktor skala terbesar dimana faktor skala terbesar bernilai 2,077.

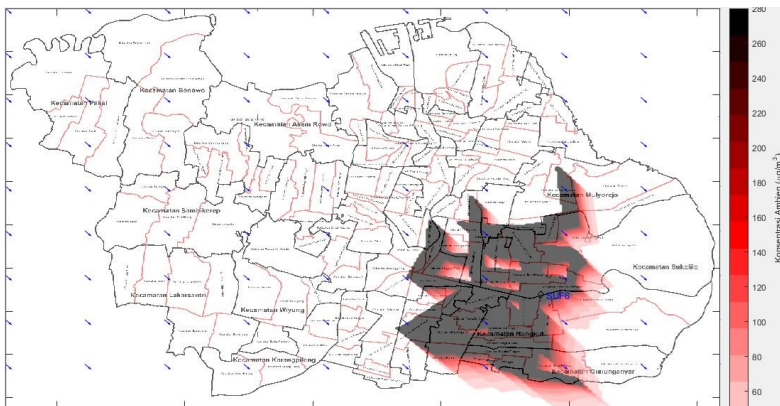
Selanjutnya, model dijalankan pada aplikasi matlab menggunakan *script* yang sama dengan model sebelumnya. Namun, model pada skenario ini hanya berjalan dalam satu waktu untuk 8 penjurus mata angin. *Script* yang digunakan dalam skenario ini dapat dilihat pada Lampiran 15.

Hasil skenario pemodelan dispersi SO₂ di musim kemarau pada kondisi terburuk dengan nilai konsentrasi terburuk dapat dilihat pada Gambar 4.19 sampai Gambar 4.26. Sedangkan hasil skenario pada musim hujan dapat dilihat pada Gambar 4.27 sampai Gambar 4.34 berikut:

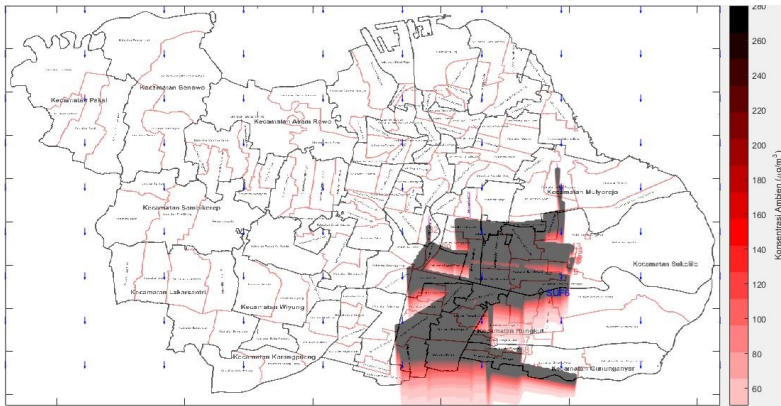


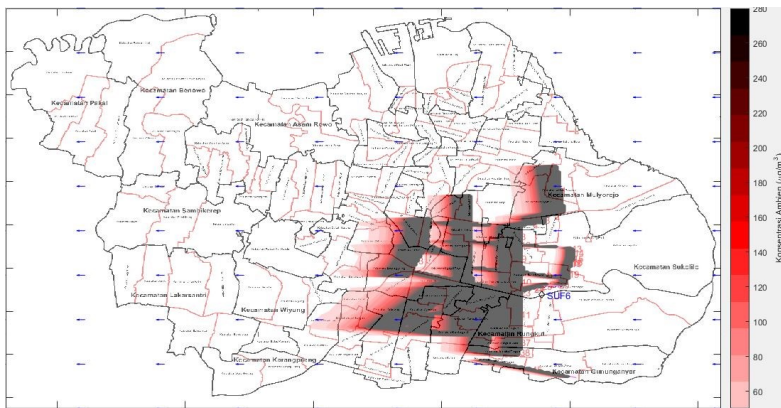


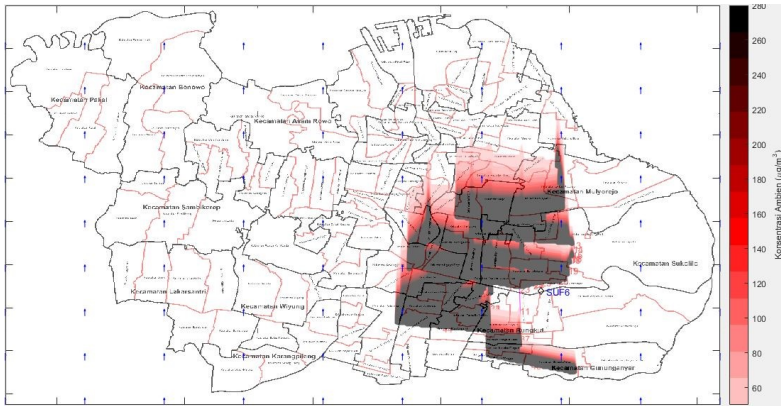
Gambar 4. 21 Kontur Dispersi Pencemar SO₂ pada Arah Angin Timur (Kemarau)

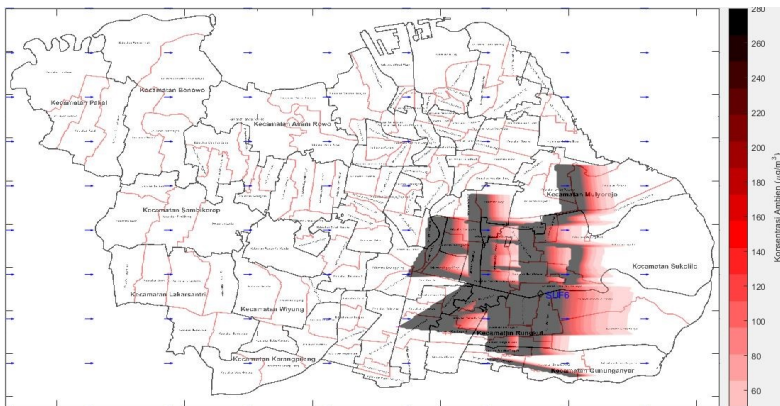


Gambar 4. 22 Kontur Dispersi Pencemar SO₂ pada Arah Angin Tenggara (Kemarau)

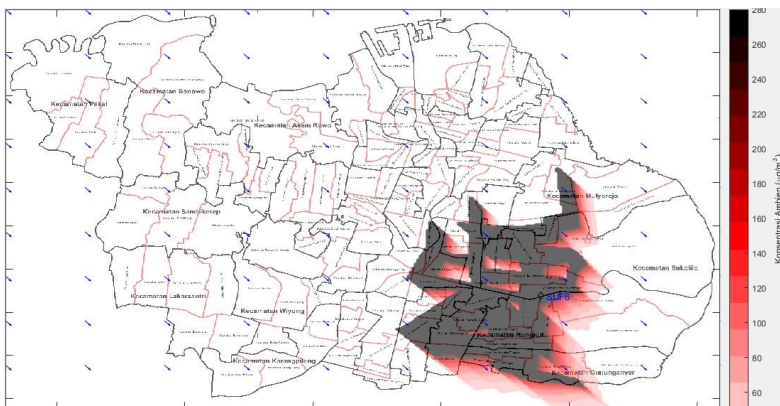




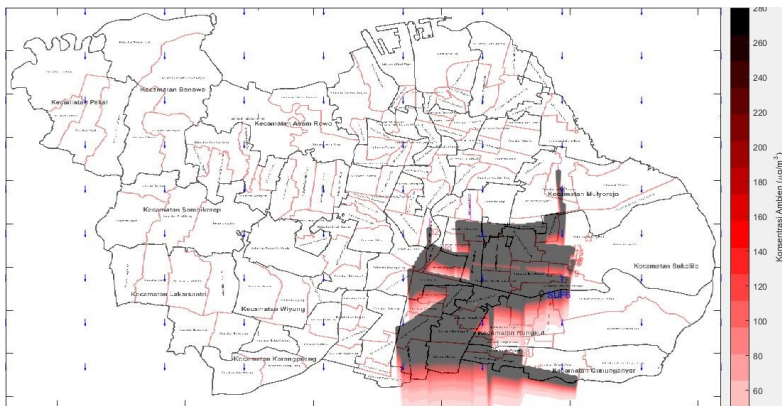




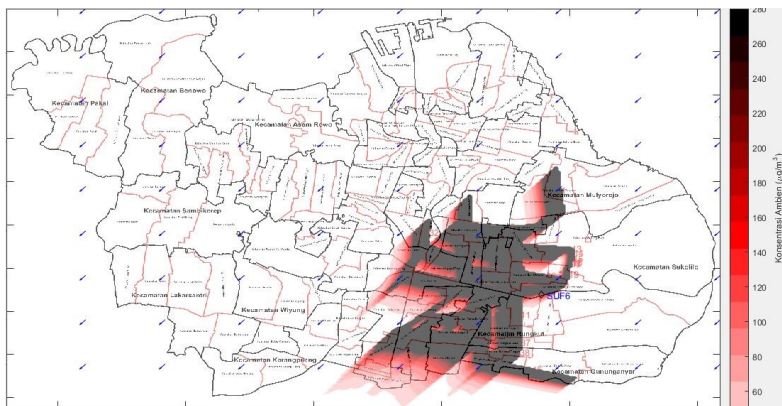
Gambar 4. 29 Kontur Dispersi Pencemar SO₂ pada Arah Angin Timur (Hujan)



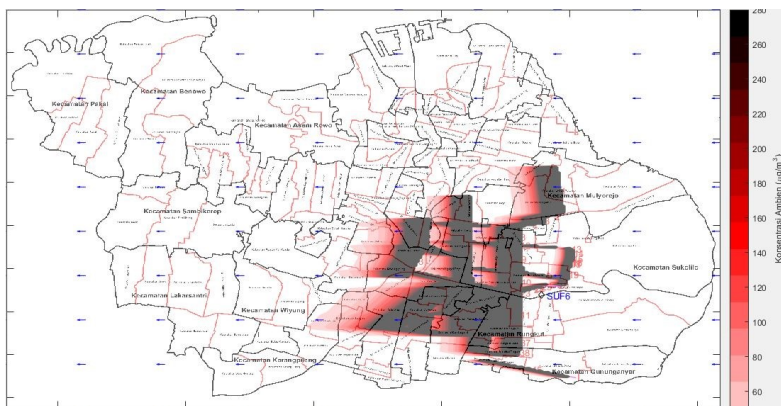
Gambar 4. 30 Kontur Dispersi Pencemar SO₂ pada Arah Angin Tenggara (Hujan)



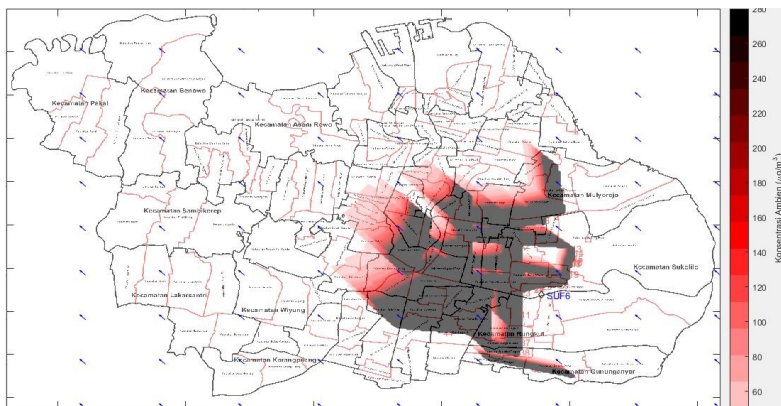
Gambar 4. 31 Kontur Dispersi Pencemar SO₂ pada Arah Angin Selatan (Hujan)



Gambar 4. 32 Kontur Dispersi Pencemar SO₂ pada Arah Angin Barat Daya (Hujan)



Gambar 4. 33 Kontur Dispersi Pencemar SO₂ pada Arah Angin Barat (Hujan)



Gambar 4. 34 Kontur Dispersi Pencemar SO₂ pada Arah Angin Barat Laut (Hujan)

. Pada gambar hasil skenario terdapat skala batang di samping kanan yang menunjukkan konsentrasi pencemar. Semakin tinggi konsentrasi pencemar maka warna kontur akan semakin pekat. Dari hasil running model skenario, diperoleh konsentrasi pencemar yang terbaca pada reseptor (SUF-6) untuk masing-masing skala kecepatan dan arah mata angin adalah sebagai berikut:

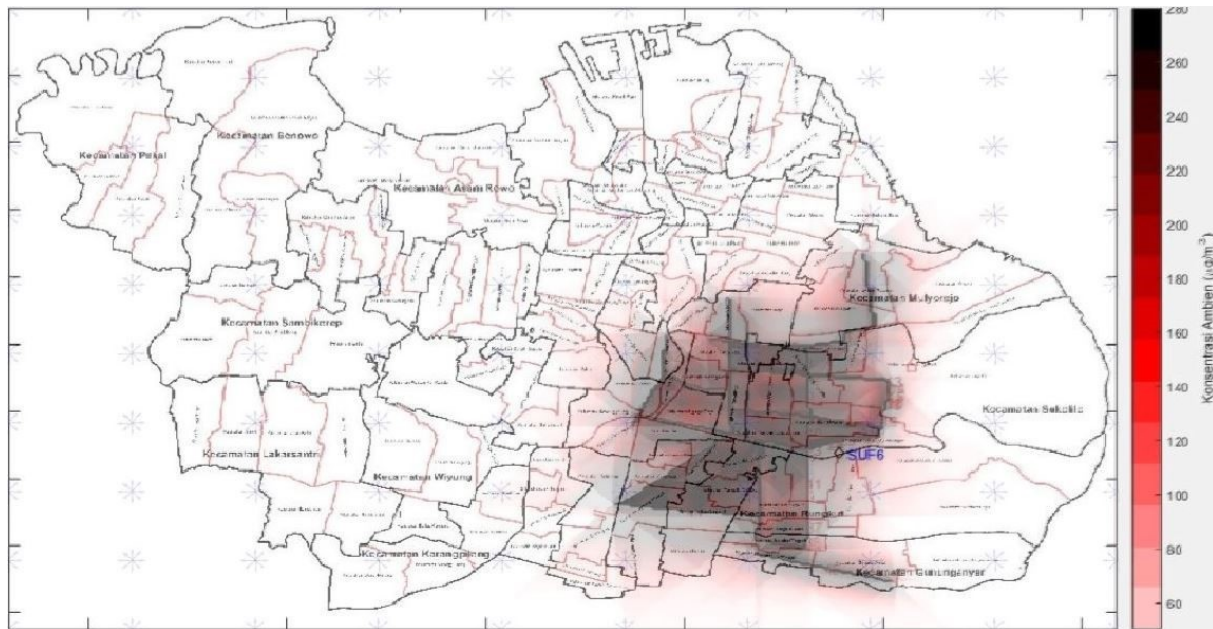
Tabel 4. 26 Konsentrasi Pencemar dari Hasil Skenario Model

Arah	Konsentrasi Hasil Skenario Model					
	Kemarau			Hujan		
	3	4	5	3	4	5
Utara (0°)	1,1	2,6	4,0	0,0	3,0	4,0
Timur Laut (45°)	101,3	202,6	285,9	92,0	213,0	282,7
Timur (90°)	225,0	485,8	672,1	239,2	474,6	673,1
Tenggara (135°)	132,6	310,9	421,3	150,4	300,8	421,7
Selatan (180°)	149,5	314,3	400,3	114,7	309,7	409,8
Barat Daya (225°)	47,2	101,8	119,5	47,2	103,0	132,6
Barat (270°)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Barat Laut (315°)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

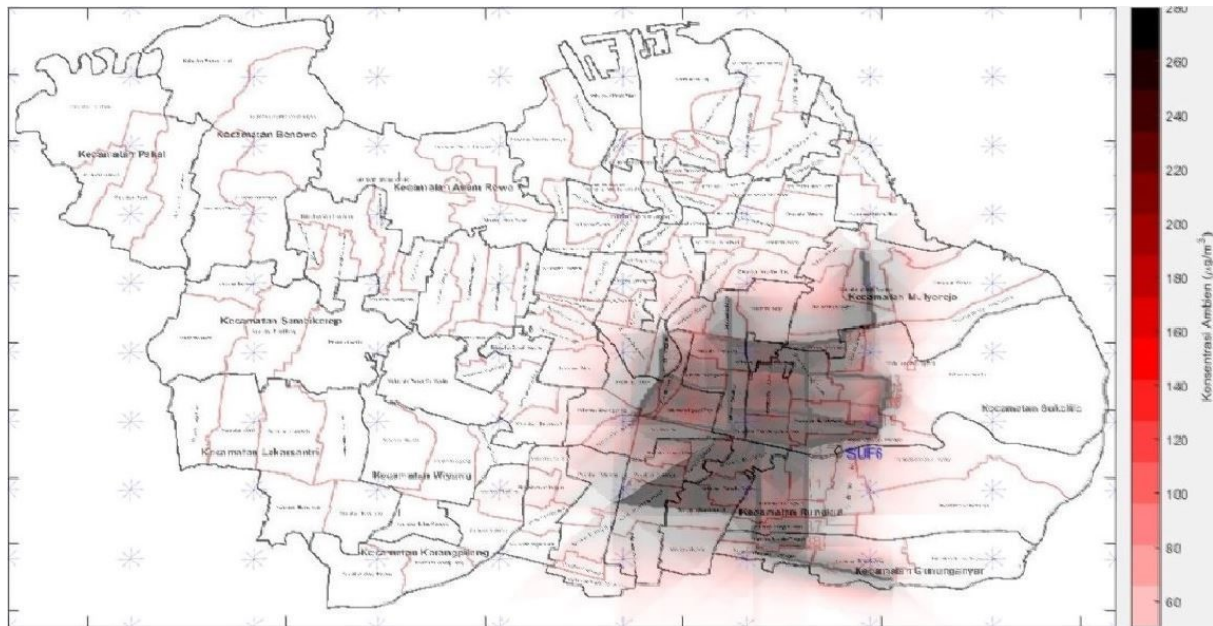
Sumber: Hasil Model

Dari Tabel 4.26 diatas dapat dilihat bahwa kondisi terburuk terjadi pada skala kecepatan angin 5. Hal ini dikarenakan pada skala kecepatan angin 5, konsentrasi yang dihasilkan paling besar jika dibandingkan skala 3 dan 4. Sehingga untuk mengetahui wilayah-wilayah yang dilalui persebaran pencemar oleh aktivitas lalu lintas di wilayah Surabaya Timur menggunakan kondisi terburuk yaitu hasil skenario pada skala 5.

Dari hasil skenario diatas kemudian dilakukan overlay seluruh gambar pada 8 arah mata angin di masing-masing musim. Overlay dilakukan dengan menggunakan *script* yang dapat dilihat pada Lampiran 16. Hasil Overlay skenario ini akan memudahkan pembacaan kontur dispersi yang dihasilkan di Wilayah Surabaya Timur. Gambar hasil overlay pada musim kemarau dan hujan untuk skala kecepatan angin 5 masing-masing dapat dilihat pada Gambar 4.35 dan Gambar 4.36 berikut ini:



Gambar 4. 35 Hasil Overlay Skenario Pada Musim Kemarau
 Sumber: Hasil Model



Gambar 4. 36 Hasil Overlay Skenario Pada Musim Hujan

Sumber: Hasil Model

Dari hasil overlay skenario model diatas, dapat dilihat bahwa pola dispersi yang terbentuk pada kedua musim cenderung sama. Persebaran pencemar cenderung berakumulasi di bagian barat wilayah Surabaya Timur. Hal ini dikarenakan sumber pencemar yang berupa *line source* berada pada bagian barat sedangkan bagian timur didominasi oleh RTH Kota Surabaya.

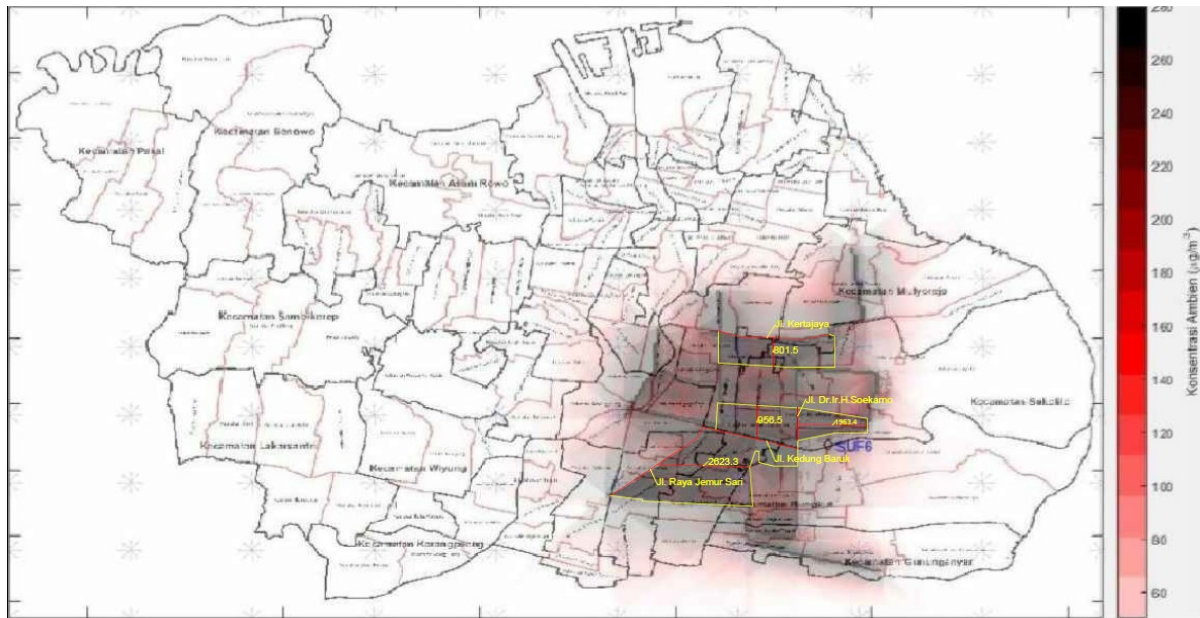
Setelah terbentuk *overlay* dari kontur dispersi pada 8 arah mata angin maka dapat ditentukan jarak dispersi dari area jalan (sumber garis). Hal ini bertujuan untuk mengetahui wilayah mana saja yang terpengaruh paling besar oleh persebaran pencemar dari sumber garis. Perhitungan akan dilakukan dengan cara mengukur jarak terjauh antara sumber garis dengan kontur dispersi yang berwarna hitam. Dalam hal ini kontur dispersi yang berwarna hitam menunjukkan konsentrasi pencemar yang melebihi batas baku mutu sebesar $262 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$.

Pertama, ditentukan wilayah mana saja yang mendapatkan kontur dispersi berwarna hitam. Kemudian, ditarik garis untuk mengetahui jarak terjauh kontur berwarna hitam dari jalan (sumber garis). Kontur berwarna hitam berada pada wilayah disekitar Jalan Kertajaya, Jalan Dr.Ir.H.Soekarno, Jalan Kedung Baruk dan Jalan Raya Jemur Sari. Perhitungan ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak AutoCAD 2015. Pada Tabel 4.27 berikut ini merupakan hasil pengukuran lokasi wilayah dengan konsentrasi melebihi baku mutu.

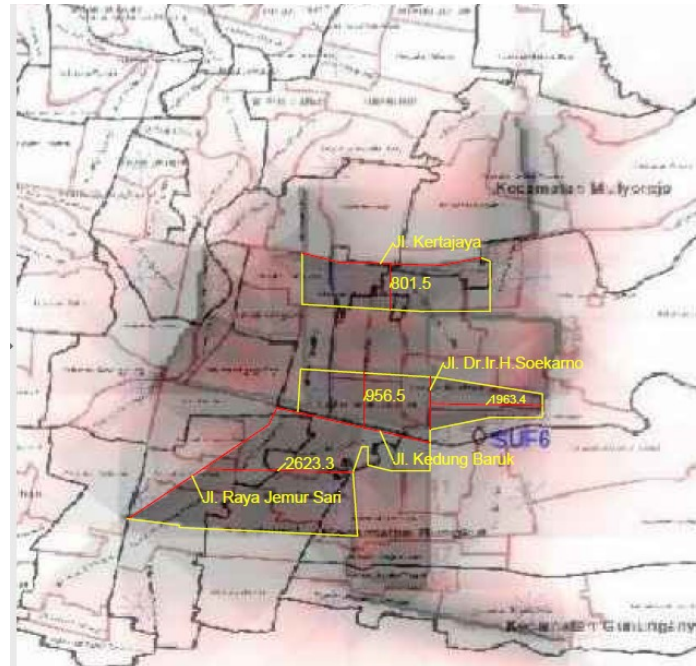
Tabel 4. 27 Lokasi Wilayah dengan Konsentrasi Pencemar Melebihi Baku Mutu

No	Nama Jalan	Jarak dari Jalan (meter)
1	Jalan Kertajaya (ke arah selatan)	801
2	Jalan Dr.Ir.H.Soekarno (ke arah timur)	1963
3	Jalan Kedung Baruk (ke arah utara)	956
4	Jalan Jemur Sari (ke arah timur)	2623

Sumber: Hasil Pengukuran



Gambar 4. 37 Lokasi Wilayah yang Melebihi Baku Mutu
Sumber: Hasil Pengukuran



Gambar 4. 38 Jarak Dispersi dari Jalan (Sumber Garis)
Sumber: Hasil Pengukuran

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa:

1. Aktivitas lalu lintas pada beberapa jalan di wilayah Surabaya timur menghasilkan beban emisi SO_2 tertinggi di jalan Dr.Ir.H.Soekarno sebesar 1,059 gram/detik. Sedangkan beban emisi SO_2 terendah di jalan Tol Waru Juanda sebesar 0,209 gram/detik. Berdasarkan verifikasi hasil model dispersi konsentrasi SO_2 dengan data SUF diperoleh nilai RMSE sebesar 2,05 dan korelasi sebesar 0,8 pada musim kemarau. Sedangkan di musim hujan, nilai RMSE sebesar 3,67 dan nilai korelasi sebesar 0,89.
2. Pola persebaran SO_2 di Wilayah Surabaya timur cenderung berakumulasi di bagian barat wilayah Surabaya Timur dimana persebaran emisi paling jauh terjadi pada skala kecepatan angin tertinggi. Sedangkan wilayah yang terpengaruh paling besar berada pada jarak 801 meter sebelah selatan Jalan Kertajaya, 1963 meter sebelah timur Jalan Dr.Ir.H.Soekarno, 956 meter sebelah utara Jalan Kedung Baruk, dan 2623 meter sebelah timur Jalan Raya Jemur Sari.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan dari penelitian ini antara lain:

1. Sebaiknya dilakukan perhitungan beban emisi untuk sumber titik dan sumber area agar hasil perhitungan model lebih mendekati data yang terdapat pada SUF dan tampilan pola dispersi dari hasil model menjadi lebih baik.
2. Perlu dilakukan kajian lebih lanjut mengenai *script* yang dapat menghasilkan gambar kontur dispersi dengan resolusi yang lebih baik sehingga pembacaan hasil model menjadi lebih presisi.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Alfin, Edward. 2006. "Pengaruh Kadar Sulfur Dioksida (SO_2) di Udara Terhadap Kandungan Glukosa dan Nitrogen Total Daun Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis Jacq*)."
Sainmatika. Vol 3, No 1 2006: 43-50.
- Ali, M. 2004. "Pembelajaran Perancangan Sistem Kontrol PID dengan Software Matlab". **Jurnal Edukasi Elektro**. Vol 1, No.1 Oktober 2004: 1-8.
- Anggraeni, D. 2012. **Pola Keruangan Emisi Karbondioksida Pembangkit Listrik Tenaga Uap di Provinsi Banten**. Jakarta: FMIPA UI.
- Assomadi, A.F. 2016. **Pendekatan Baru Model Distribusi Pencemar di Atmosfer Perkotaan**. Disertasi, Jurusan Teknik Lingkungan ITS.
- Badan Pusat Statistik. 2017. **Kota Surabaya Dalam Angka 2017**. Surabaya: BPS.
- Banerjee, T., Barman, SC., dan Srivastava, RK. 2011. "Application of air pollution dispersion modelling for source-contribution assessment and model performance evaluation at integrated industrial estate-Pantnagar." **Environmental Pollution** 159, 865-875.
- De Nevers, Noel. 2000. **Air Pollution Control Engineering**. McGraw-Hill, Inc. Singapore.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. **Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)**. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga.
- De Visscher, A. 2014. **Air Dispersion Modelling**. New Jersey : Wiley.
- Dinas Lingkungan Hidup Kota Surabaya. 2015. **Indeks Kualitas Lingkungan Hidup (IKLH) Kota Surabaya**
- Grover,S., Tiwari., G., dan Rao, K.R. 2013. "Low Carbon Mobility Plans: A Case Study of Ludhiana, India." **Procedia-Social and Behavioral Sciences** 104: 785-794
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2010. **Peraturan Menteri Lingkungan No. 12 tahun 2010 tentang Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara di Daerah**. Kementrian Lingkungan Hidup. Jakarta.

- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2015. **Indeks Kualitas Lingkungan Hidup Indonesia Tahun 2014**. Jakarta : Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Kusminingrum, N., dan Gunawan, G. 2008. **Polusi Udara Akibat Aktivitas Kendaraan Bermotor di Jalan Perkotaan Pulau Jawa dan Bali**. Bandung: Pusat Litbang Jalan dan Jembatan.
- Luhar, A.K., dan Patil, R.S. 1988. "A General Finite Line Source Model For Vehicular Pollution Prediction". **Centre for Environmental Science and Engineering (CESE)** 23, 3:555-562.
- Lakes Environmental. 2011. **WRPLOT View. Wind Rose Plots for Meteorological Data**. Ontario, Kanada: Lakes Environmental.
- Mathew, T. N. 2014. **Fuel Consumption and Emission Studies**. Lecture note in Traffic Engineering and Management. NPETL.
- Ministry of the Environment. 2004. **Good Practice Guide for Atmospheric Dispersion Modelling**. Wellington : Ministry for the Environment.
- Nauli, T. 2002. "Pola Sebaran Polutan dari Cerobong Asap". **Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir P3TM-BATAN**. Yogyakarta.
- Oke, T.R. 1978. **Boundary Layer Climates**. London: Methuen & Co.Ltd.
- Pemerintah Kota Surabaya. 2003. Peraturan Daerah Kota Surabaya No. 07 Tahun 2003 tentang Retribusi Penggantian Biaya Cetak Peta. Sekretariat Kota Surabaya. Surabaya.
- Pemerintah Republik Indonesia. 1999. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara.
- Pemerintah Provinsi Jawa Timur. 2009. Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 10 Tahun 2009 tentang Baku Mutu Udara Ambien dan Emisi Sumber Tidak Bergerak di Jawa Timur.
- Menteri Lingkungan Hidup. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomer 45 Tahun 1997. Indeks Standar Pencemar Udara. Jakarta.
- Putut, E.L.E., dan Widodo, B. 2011. "Simulasi Model Dispersi Polutan Karbon Monoksida di Pintu Masuk Tol (Studi

- Kasus *Line Source* di Ruas Tol Dupak Surabaya)".
Prosiding Seminar Nasional Penelitian. Pendidikan dan Penerapan MIPA, Fakultas MIPA.
- Rahmawati, F. 2003. **Aplikasi Model Dispersi Gauss untuk Menduga Pencemaran Udara Kawasan Industri**. Bogor: Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Republik Indonesia. 2004. Undang-undang Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan Raya. Sekretariat Negara, Jakarta.
- Sarana Pengendalian Dampak Lingkungan Kementrian Lingkungan Hidup. 2003. Air Quality Monitoring 2003. Jakarta : KLH.
- Sari, Erly N. 2013. "Gambaran Kualitas Udara Ambien Kaitannya dengan Gangguan Fungsi Paru Pedagang Tetap di Terminal Joyoboyo Surabaya". **Journal of Occupational Safety and Health**. Vol 2, No.1 Jan-Juni 2013: 90-95
- Sengkey, S. L., Jansen, F., dan Wallah, S. 2011. "Tingkat Pencemaran Udara CO Akibat Lalu Lintas dengan Model Prediksi Polusi Udara Skala Mikro". **Jurnal Ilmiah Media Engineering** 1, 2:120.
- Soedomo, M. 2001. **Kumpulan Karya Ilmiah Pencemaran Udara**. Bandung: ITB Press
- Sportisse, B. 2010. **Fundamentals in Air Pollution**. New York: Wiley.
- Tugaswati, A.T. 2004. "Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor dan Dampaknya terhadap Kesehatan". **Health and Human Ecolog Journal**.
- Ukaigwe, SA., dan Osoka, EC. 2013. "Air quality monitoring using model : a review." **International Journal of Science and Research** 2, 217-221.
- USEPA. 2005. **Emission Inventory Improvement Program: Preferred and Alternative Methods For Gathering And Locating Spesific Inventory Data**. Washington DC: US EPA.
- Vallero, D. 2008. **Fundamental of Air Pollutions. 4th Edition**. New York: Elsevier.
- Visscher, A. 2014. **Air Dispersion Modeling**. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Wardhana, W.A. 2004. **Dampak Pencemaran Lingkungan**. Cetakan Keempat. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Wisi, W. N., (2012). **Pemodelan Dispersi SO₂ dari Sumber Garis Majemuk (Multiple Sources) dengan Modifikasi Model**

Gauss di Jalan Mastrip Raya dan jalan Pagesangan Surabaya Selatan. Surabaya: ITS.

- Yamin. 2009. **Pencemaran Udara Karbon Monoksida dan Nitrogen Oksida Akibat Kendaraan Bermotor Pada Ruas Jalan Padat Lalu Lintas di Kota Makassar.** Simposium XII PSTPT UK Petra-Surabaya.
- Zhai, X., Russell, A.G., Sampath, P., Mulholland, J.A., Kim, B.U., Kim, Y., dan D'Onofrio, D. 2016. "Calibrating R-LINE model results with observational data to develop annual mobile air source pollutant fields at fine spatial resolution : Application in Atlanta." **Atmospheric Environment** 147, 446-457.

Lampiran 1 Volume Kendaraan Jalan Kertajaya

Waktu (Interval 10 Menit)	Jenis Kendaraan												
	Sepeda Motor	Mobil Probadi	Angkot	Taksi	Bus Mini	Pick Up/Box	Mini Truk	Bus Besar	Truk 2 Sb	Truk 3 Sb	Truk Gandeng	Traller	Kend. Tak Bermotor
05.00-05.10	1891	622	6	10	0	21	2	0	0	0	0	0	0
05.10-05.20	1875	682	10	4	0	14	1	0	0	0	0	0	0
05.20-05.30	1840	706	8	7	0	18	0	0	0	0	0	0	5
05.30-05.40	1915	667	10	7	0	9	2	0	0	0	0	0	1
05.40-05.50	1778	689	6	2	0	13	0	0	0	0	0	0	3
05.50-06.00	1844	651	8	12	0	12	1	0	0	0	0	0	0
06.00-06.10	1842	903	9	19	0	58	1	0	0	0	0	0	0
06.10-06.20	1645	978	16	11	0	56	2	0	0	0	0	0	0
06.20-06.30	1632	920	16	10	0	51	5	0	0	0	0	0	3
06.30-06.40	1625	1051	14	13	0	47	4	0	0	0	0	0	0
06.40-06.50	1584	973	14	8	0	38	7	0	0	0	0	0	3
06.50-07.00	1570	911	13	11	0	38	1	0	0	0	0	0	1
07.00-07.10	1518	1376	9	18	0	59	2	0	0	0	0	0	1
07.10-07.20	1453	1405	12	10	0	50	0	0	0	0	0	0	0
07.20-07.30	1415	1262	12	13	0	65	1	0	0	0	0	0	6
07.30-07.40	1446	1155	7	16	0	64	4	0	0	0	0	0	4
07.40-07.50	1460	1183	7	9	0	44	3	0	0	0	0	0	4
07.50-08.00	1446	1113	13	12	0	41	3	0	0	0	0	0	2
08.00-08.10	1320	522	7	15	0	59	4	0	0	0	0	0	7
08.10-08.20	1351	519	5	19	0	54	0	0	0	0	0	0	2
08.20-08.30	1319	502	7	21	0	56	1	0	0	0	0	0	2
08.30-08.40	1313	474	9	16	0	57	2	0	0	0	0	0	4
08.40-08.50	1685	438	7	12	0	48	0	0	0	0	0	0	2
08.50-09.00	1689	394	4	8	0	37	1	0	0	0	0	0	1
09.00-09.10	1696	505	6	36	0	70	7	0	0	0	0	0	0

Waktu (Interval 10 Menit)	Jenis Kendaraan												
	Sepeda Motor	Mobil Probadi	Angkot	Taksi	Bus Mini	Pick Up/Box	Mini Truk	Bus Besar	Truk 2 Sb	Truk 3 Sb	Truk Gandeng	Traller	Kend. Tak Bermotor
09.10-09.20	1737	607	12	46	0	57	6	0	0	0	0	0	0
09.20-09.30	1754	474	11	49	0	62	2	0	0	0	0	0	4
09.30-09.40	1700	439	11	21	0	39	1	0	0	0	0	0	9
09.40-09.50	1722	405	7	31	0	41	0	0	0	0	0	0	0
09.50-10.00	1745	411	8	26	0	44	0	0	0	0	0	0	1
10.00-10.10	1775	490	7	34	0	57	0	0	0	0	0	0	0
10.10-10.20	1760	531	9	20	0	56	4	0	0	0	0	0	1
10.20-10.30	1813	630	9	24	0	40	0	0	0	0	0	0	0
10.30-10.40	1844	683	7	36	0	47	4	0	0	0	0	0	0
10.40-10.50	1859	676	14	36	0	38	2	0	0	0	0	0	2
10.50-11.00	1841	737	11	17	0	18	3	0	0	0	0	0	0
11.00-11.10	1836	818	9	19	0	34	3	0	0	0	0	0	0
11.10-11.20	1888	782	11	23	0	47	2	0	0	0	0	0	0
11.20-11.30	1782	751	11	46	0	45	0	0	0	0	0	0	5
11.30-11.40	1750	733	16	41	0	44	0	0	0	0	0	0	0
11.40-11.50	1599	729	16	21	0	36	2	0	0	0	0	0	2
11.50-12.00	1601	685	17	21	0	31	3	0	0	0	0	0	0
12.00-12.10	1567	897	14	20	0	39	0	0	0	0	0	0	2
12.10-12.20	1518	920	17	29	0	40	0	0	0	0	0	0	0
12.20-12.30	1495	839	12	32	0	46	3	0	0	0	0	0	0
12.30-12.40	1471	701	9	33	0	60	2	0	0	0	0	0	2
12.40-12.50	1436	724	8	46	0	61	0	0	0	0	0	0	0
12.50-13.00	1359	674	4	49	0	38	2	0	0	0	0	0	3
13.00-13.10	1464	710	10	27	0	38	3	0	0	0	0	0	1
13.10-13.20	1546	791	13	30	0	43	0	0	0	0	0	0	2
13.20-13.30	1534	871	14	22	0	45	1	0	0	0	0	0	3

Waktu (Interval 10 Menit)	Jenis Kendaraan												
	Sepeda Motor	Mobil Probadi	Angkot	Taksi	Bus Mini	Pick Up/Box	Mini Truk	Bus Besar	Truk 2 Sb	Truk 3 Sb	Truk Gandeng	Traller	Kend. Tak Bermotor
13.30-13.40	1524	871	10	28	0	52	2	0	0	0	0	0	3
13.40-13.50	1489	830	11	29	0	54	0	0	0	0	0	0	2
13.50-14.00	1495	812	15	28	0	46	0	0	0	0	0	0	3
14.00-14.10	1595	745	13	7	0	24	1	0	0	0	0	0	6
14.10-14.20	1621	697	18	8	0	11	2	0	0	0	0	0	5
14.20-14.30	1661	764	19	7	0	19	1	0	0	0	0	0	8
14.30-14.40	1634	774	21	9	0	26	1	0	0	0	0	0	10
14.40-14.50	1599	749	17	3	0	29	0	0	0	0	0	0	6
14.50-15.00	1622	817	14	8	0	31	1	0	0	0	0	0	3
15.00-15.10	1616	851	13	6	0	3	1	0	0	0	0	0	3
15.10-15.20	1587	721	10	9	0	4	2	0	0	0	0	0	8
15.20-15.30	1629	787	10	13	0	6	3	0	0	0	0	0	9
15.30-15.40	1632	769	11	9	0	8	1	0	0	0	0	0	11
15.40-15.50	1702	727	7	7	0	8	4	0	0	0	0	0	9
15.50-16.00	1623	792	16	7	0	2	5	0	0	0	0	0	13
16.00-16.10	1500	594	4	7	0	4	2	0	0	0	0	0	6
16.10-16.20	1586	535	9	6	0	5	3	0	0	0	0	0	2
16.20-16.30	1580	548	8	7	0	2	1	0	0	0	0	0	1
16.30-16.40	1556	509	7	15	0	10	2	0	0	0	0	0	2
16.40-16.50	1542	553	6	10	0	11	3	0	0	0	0	0	2
16.50-17.00	1569	634	4	6	0	5	1	0	0	0	0	0	1
17.00-17.10	1551	645	6	11	0	17	5	0	0	0	0	0	1
17.10-17.20	1547	616	4	10	0	14	5	0	0	0	0	0	4
17.20-17.30	1576	623	6	14	0	16	2	0	0	0	0	0	1
17.30-17.40	1562	623	6	13	0	18	1	0	0	0	0	0	2
17.40-17.50	1576	636	8	14	0	11	2	0	0	0	0	0	1

Waktu (Interval 10 Menit)	Jenis Kendaraan												
	Sepeda Motor	Mobil Probadi	Angkot	Taksi	Bus Mini	Pick Up/Box	Mini Truk	Bus Besar	Truk 2 Sb	Truk 3 Sb	Truk Gandeng	Traller	Kend. Tak Bermotor
17.50-18.00	1559	634	10	17	0	15	2	0	0	0	0	0	0
18.00-18.10	1293	698	2	23	0	8	6	0	0	0	0	0	3
18.10-18.20	2183	656	2	17	0	14	7	0	0	0	0	0	0
18.20-18.30	1488	707	3	14	0	15	2	0	0	0	0	0	1
18.30-18.40	1259	440	2	14	0	11	3	0	0	0	0	0	0
18.40-18.50	1072	499	4	17	0	15	4	0	0	0	0	0	2
18.50-19.00	1417	584	1	22	0	12	4	0	0	0	0	0	1
19.00-19.10	1477	589	3	16	0	38	2	0	0	0	0	0	1
19.10-19.20	1465	584	6	10	0	30	4	0	0	0	0	0	2
19.20-19.30	1472	602	3	8	0	30	3	0	0	0	0	0	2
19.30-19.40	1476	592	5	11	0	35	4	0	0	0	0	0	2
19.40-19.50	1475	598	4	13	0	39	5	0	0	0	0	0	2
19.50-20.00	1487	584	3	15	0	32	5	0	0	0	0	0	0
20.00-20.10	1452	599	3	10	0	25	4	0	0	0	0	0	4
20.10-20.20	1467	588	4	11	0	18	3	0	0	0	0	0	3
20.20-20.30	1461	591	4	13	0	19	2	0	0	0	0	0	1
20.30-20.40	1436	575	5	6	0	24	3	0	0	0	0	0	1
20.40-20.50	1431	578	3	11	0	27	2	0	0	0	0	0	2
20.50-21.00	1434	570	2	9	0	21	1	0	0	0	0	0	1

Lampiran 2 Beban Emisi Jalan Kertajaya

Waktu (Interval 10 menit)	Jenis Kendaraan												
	Sepeda Motor	Mobil Probadi	Angkot	Taksi	Bus Mini	Pick Up/Box	Mini Truk	Bus Besar	Truk 2 Sb	Truk 3 Sb	Trk Gandeng	Traller	Total (gram/10 menit)
05.00-05.10	8,10	146,56	0,37	0,54	0,00	5,85	3,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	164,93
05.10-05.20	8,03	160,69	0,62	0,21	0,00	3,90	1,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	175,22
05.20-05.30	7,88	166,35	0,50	0,37	0,00	5,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	180,11
05.30-05.40	8,20	157,16	0,62	0,37	0,00	2,51	3,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	172,38
05.40-05.50	7,62	162,34	0,37	0,11	0,00	3,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	174,06
05.50-06.00	7,90	153,39	0,50	0,64	0,00	3,34	1,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	167,53
06.00-06.10	7,89	212,76	0,56	1,02	0,00	16,15	1,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	240,14
06.10-06.20	7,05	230,44	0,99	0,59	0,00	15,59	3,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	258,17
06.20-06.30	6,99	216,77	0,99	0,54	0,00	14,20	8,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	248,27
06.30-06.40	6,96	247,64	0,87	0,70	0,00	13,09	7,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	276,28
06.40-06.50	6,79	229,26	0,87	0,43	0,00	10,58	12,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	260,22
06.50-07.00	6,73	214,65	0,81	0,59	0,00	10,58	1,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	235,11
07.00-07.10	6,50	324,21	0,56	0,96	0,00	16,43	3,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	352,18
07.10-07.20	6,22	331,05	0,75	0,54	0,00	13,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	352,47
07.20-07.30	6,06	297,35	0,75	0,70	0,00	18,10	1,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	324,71
07.30-07.40	6,19	272,14	0,43	0,86	0,00	17,82	7,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	304,47
07.40-07.50	6,25	278,74	0,43	0,48	0,00	12,25	5,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	303,43
07.50-08.00	6,19	262,25	0,81	0,64	0,00	11,42	5,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	286,58
08.00-08.10	5,65	122,99	0,43	0,80	0,00	16,43	7,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	153,34
08.10-08.20	5,79	122,29	0,31	1,02	0,00	15,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	144,44
08.20-08.30	5,65	118,28	0,43	1,12	0,00	15,59	1,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	142,84
08.30-08.40	5,62	111,68	0,56	0,86	0,00	15,87	3,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	138,11
08.40-08.50	7,22	103,20	0,43	0,64	0,00	13,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	124,86
08.50-09.00	7,24	92,83	0,25	0,43	0,00	10,30	1,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	112,81
09.00-09.10	7,27	118,99	0,37	1,93	0,00	19,49	12,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	160,34

Waktu (Interval 10 menit)	Jenis Kendaraan												
	Sepeda Motor	Mobil Probadi	Angkot	Taksi	Bus Mini	Pick Up/Box	Mini Truk	Bus Besar	Truk 2 Sb	Truk 3 Sb	Trk Gandeng	Traller	Total (gram/10 menit)
09.10-09.20	7,44	143,02	0,75	2,46	0,00	15,87	10,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	180,08
09.20-09.30	7,51	111,68	0,68	2,62	0,00	17,26	3,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	143,28
09.30-09.40	7,28	103,44	0,68	1,12	0,00	10,86	1,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	125,14
09.40-09.50	7,38	95,43	0,43	1,66	0,00	11,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	116,31
09.50-10.00	7,48	96,84	0,50	1,39	0,00	12,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	118,46
10.00-10.10	8,76	133,00	0,50	2,10	0,00	18,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	162,64
10.10-10.20	8,69	144,13	0,64	1,23	0,00	17,96	8,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	180,75
10.20-10.30	8,95	171,00	0,64	1,48	0,00	12,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	194,90
10.30-10.40	9,10	185,38	0,50	2,22	0,00	15,08	8,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	220,37
10.40-10.50	9,17	183,48	1,00	2,22	0,00	12,19	4,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	212,12
10.50-11.00	9,09	200,04	0,79	1,05	0,00	5,77	6,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	222,81
11.00-11.10	9,06	222,03	0,64	1,17	0,00	10,91	6,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	249,88
11.10-11.20	9,32	212,25	0,79	1,42	0,00	15,08	4,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	242,90
11.20-11.30	8,79	203,84	0,79	2,84	0,00	14,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	230,69
11.30-11.40	8,64	198,95	1,14	2,53	0,00	14,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	225,38
11.40-11.50	7,89	197,87	1,14	1,30	0,00	11,55	4,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	223,79
11.50-12.00	7,90	185,93	1,22	1,30	0,00	9,94	6,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	212,35
12.00-12.10	7,73	243,47	1,00	1,23	0,00	12,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	265,95
12.10-12.20	7,49	249,71	1,22	1,79	0,00	12,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	273,04
12.20-12.30	7,38	227,73	0,86	1,97	0,00	14,76	6,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	258,76
12.30-12.40	7,26	190,27	0,64	2,04	0,00	19,25	4,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	223,50
12.40-12.50	7,09	196,51	0,57	2,84	0,00	19,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	226,58
12.50-13.00	6,71	182,94	0,29	3,02	0,00	12,19	4,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	209,19
13.00-13.10	7,22	192,71	0,72	1,67	0,00	12,19	6,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	220,58
13.10-13.20	7,63	214,70	0,93	1,85	0,00	13,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	238,90
13.20-13.30	7,57	236,41	1,00	1,36	0,00	14,43	2,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	262,80

Waktu (Interval 10 menit)	Jenis Kendaraan												Total (gram/10 menit)
	Sepeda Motor	Mobil Probadi	Angkot	Taksi	Bus Mini	Pick Up/Box	Mini Truk	Bus Besar	Truk 2 Sb	Truk 3 Sb	Trk Gandeng	Traller	
13.30-13.40	7,52	236,41	0,72	1,73	0,00	16,68	4,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	267,10
13.40-13.50	7,35	225,28	0,79	1,79	0,00	17,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	252,53
13.50-14.00	7,38	220,40	1,07	1,73	0,00	14,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	245,33
14.00-14.10	7,87	202,21	0,93	0,43	0,00	7,70	2,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	221,17
14.10-14.20	8,00	189,18	1,29	0,49	0,00	3,53	4,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	206,54
14.20-14.30	8,20	207,37	1,36	0,43	0,00	6,09	2,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	225,48
14.30-14.40	8,06	210,08	1,50	0,56	0,00	8,34	2,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	230,57
14.40-14.50	7,89	203,30	1,22	0,19	0,00	9,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	221,89
14.50-15.00	8,00	221,75	1,00	0,49	0,00	9,94	2,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	243,22
15.00-15.10	7,13	206,41	0,83	0,33	0,00	0,86	1,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	217,37
15.10-15.20	7,00	174,88	0,64	0,50	0,00	1,15	3,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	187,78
15.20-15.30	7,18	190,89	0,64	0,72	0,00	1,72	5,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	206,57
15.30-15.40	7,20	186,52	0,70	0,50	0,00	2,29	1,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	199,02
15.40-15.50	7,51	176,33	0,45	0,39	0,00	2,29	7,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	194,20
15.50-16.00	7,16	192,10	1,02	0,39	0,00	0,57	9,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	210,28
16.00-16.10	6,62	144,07	0,26	0,39	0,00	1,15	3,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	156,09
16.10-16.20	6,99	129,76	0,58	0,33	0,00	1,43	5,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	144,52
16.20-16.30	6,97	132,92	0,51	0,39	0,00	0,57	1,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	143,16
16.30-16.40	6,86	123,46	0,45	0,83	0,00	2,87	3,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	138,08
16.40-16.50	6,80	134,13	0,38	0,55	0,00	3,15	5,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	150,44
16.50-17.00	6,92	153,78	0,26	0,33	0,00	1,43	1,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	164,52
17.00-17.10	6,84	156,44	0,38	0,61	0,00	4,87	9,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	178,19
17.10-17.20	6,82	149,41	0,26	0,55	0,00	4,01	9,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	170,09
17.20-17.30	6,95	151,11	0,38	0,77	0,00	4,59	3,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	167,42
17.30-17.40	6,89	151,11	0,38	0,72	0,00	5,16	1,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	166,07
17.40-17.50	6,95	154,26	0,51	0,77	0,00	3,15	3,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	169,26

Waktu (Interval 10 menit)	Jenis Kendaraan												
	Sepeda Motor	Mobil Probadi	Angkot	Taksi	Bus Mini	Pick Up/Box	Mini Truk	Bus Besar	Truk 2 Sb	Truk 3 Sb	Trk Gandeng	Traller	Total (gram/10 menit)
17.50-18.00	6,88	153,78	0,64	0,94	0,00	4,30	3,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	170,14
18.00-18.10	5,70	169,30	0,13	1,27	0,00	2,29	10,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	189,54
18.10-18.20	9,63	159,11	0,13	0,94	0,00	4,01	12,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	186,47
18.20-18.30	6,56	171,48	0,19	0,77	0,00	4,30	3,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	186,92
18.30-18.40	5,55	106,72	0,13	0,77	0,00	3,15	5,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	121,75
18.40-18.50	4,73	121,03	0,26	0,94	0,00	4,30	7,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	138,49
18.50-19.00	6,25	141,65	0,06	1,21	0,00	3,44	7,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	159,85
19.00-19.10	6,51	142,86	0,19	0,88	0,00	10,89	3,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	164,96
19.10-19.20	6,46	141,65	0,38	0,55	0,00	8,60	7,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	164,88
19.20-19.30	6,49	146,02	0,19	0,44	0,00	8,60	5,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	167,16
19.30-19.40	6,51	143,59	0,32	0,61	0,00	10,03	7,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	168,29
19.40-19.50	6,50	145,04	0,26	0,72	0,00	11,18	9,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	172,74
19.50-20.00	6,56	141,65	0,19	0,83	0,00	9,17	9,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	167,44
20.00-20.10	6,40	145,29	0,19	0,55	0,00	7,17	7,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	166,83
20.10-20.20	6,47	142,62	0,26	0,61	0,00	5,16	5,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	160,54
20.20-20.30	6,44	143,35	0,26	0,72	0,00	5,45	3,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	159,83
20.30-20.40	6,33	139,47	0,32	0,33	0,00	6,88	5,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	158,75
20.40-20.50	6,31	140,19	0,19	0,61	0,00	7,74	3,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	158,66
20.50-21.00	6,32	138,25	0,13	0,50	0,00	6,02	1,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	153,03

Lampiran 3 Volume Kendaraan Jalan Rungkut

Waktu (Interval 10 Menit)	Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Taksi	Bus Mini	Pick Up	Mini Truk	Bus Besar	Truk 2 sb	Truk 3 Sb	Truk Gandeng	Trailer
05.00-05.10	1363	1162	14	4	4	10	2	0	0	0	0	0
05.10-05.20	1370	1224	10	6	4	8	7	0	1	0	0	0

Waktu (Interval 10 Menit)	Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Taksi	Bus Mini	Pick Up	Mini Truk	Bus Besar	Truk 2 sb	Truk 3 Sb	Truk Gandeng	Trailer
05.20-05.30	1387	1280	8	4	2	8	2	0	0	0	2	0
05.30-05.40	1369	1376	4	2	0	16	7	3	3	0	0	0
05.40-05.50	1349	1286	4	0	0	8	2	2	0	0	0	1
05.50-06.00	1380	1304	4	0	2	4	0	0	1	0	0	0
06.00-06.10	1254	958	8	4	2	16	2	0	0	0	0	0
06.10-06.20	1264	1002	10	4	2	20	2	0	0	0	1	0
06.20-06.30	1225	976	8	8	2	24	4	0	2	0	0	1
06.30-06.40	1284	1046	6	6	0	14	2	0	0	0	1	0
06.40-06.50	1212	980	4	0	0	14	1	0	1	0	0	0
06.50-07.00	1286	974	4	0	0	8	2	0	1	0	0	0
07.00-07.10	1127	820	6	2	0	16	5	0	1	0	1	0
07.10-07.20	1096	776	4	0	0	24	2	0	1	1	0	0
07.20-07.30	1115	750	4	2	0	24	7	0	1	0	0	2
07.30-07.40	1086	620	1	2	1	23	11	0	0	0	2	1
07.40-07.50	1091	682	0	2	0	18	7	0	2	0	0	0
07.50-08.00	1006	704	6	0	0	14	8	0	1	0	0	0
08.00-08.10	961	682	4	0	2	22	9	0	2	0	0	0
08.10-08.20	936	620	2	4	2	26	8	0	1	0	1	1
08.20-08.30	1026	504	4	0	4	24	6	2	1	0	0	1
08.30-08.40	918	556	0	0	0	16	7	2	2	0	0	2
08.40-08.50	933	560	4	4	4	20	5	0	0	0	0	0
08.50-09.00	871	600	2	0	2	24	7	0	0	0	0	0
09.00-09.10	626	222	0	2	2	6	4	0	2	0	0	1
09.10-09.20	604	242	4	2	0	8	3	0	0	0	1	0
09.20-09.30	576	248	0	0	0	4	3	0	0	1	0	2
09.30-09.40	618	260	4	0	0	10	8	0	0	0	0	1
09.40-09.50	602	268	2	0	0	12	2	0	2	1	1	1
09.50-10.00	603	302	2	2	2	16	3	0	0	0	0	0
10.00-10.10	607	346	10	0	0	22	6	0	1	0	0	0
10.10-10.20	629	396	8	2	0	24	9	0	0	1	0	2
10.20-10.30	648	366	4	0	0	18	5	0	2	2	0	1
10.30-10.40	640	374	8	4	0	26	7	2	0	0	1	0
10.40-10.50	633	384	6	2	0	14	0	0	2	0	0	2
10.50-11.00	600	374	4	0	0	18	4	0	0	1	0	0
11.00-11.10	644	314	4	4	0	16	5	0	2	0	0	0
11.10-11.20	705	376	4	4	0	20	4	0	1	0	2	0
11.20-11.30	742	402	6	6	0	26	9	0	0	0	0	0
11.30-11.40	711	356	4	4	0	14	7	0	0	0	0	1
11.40-11.50	672	282	8	8	0	12	3	0	1	0	0	0

Waktu (Interval 10 Menit)	Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Taksi	Bus Mini	Pick Up	Mini Truk	Bus Besar	Truk 2 sb	Truk 3 Sb	Truk Gandeng	Trailer
11.50-12.00	615	356	2	1	9	11	0	1	0	0	0	0
12.00-12.10	1247	1042	16	4	4	8	2	0	0	0	0	0
12.10-12.20	1209	1062	12	4	2	8	3	0	0	0	0	0
12.20-12.30	1193	1124	10	6	0	6	3	2	1	0	1	0
12.30-12.40	1195	1156	8	8	2	4	5	0	0	0	0	0
12.40-12.50	1250	1224	6	4	0	4	5	2	0	0	0	2
12.50-13.00	1134	1264	4	2	0	2	1	0	1	0	0	0
13.00-13.10	1140	1042	4	8	4	6	8	0	1	0	0	0
13.10-13.20	1210	1082	12	8	2	4	3	0	0	0	1	0
13.20-13.30	1232	1122	8	6	4	4	1	0	0	0	0	0
13.30-13.40	1176	996	4	4	2	2	3	2	0	0	0	2
13.40-13.50	1131	956	6	2	0	2	2	0	1	0	1	0
13.50-14.00	1128	1054	8	2	0	8	3	2	0	0	0	0
14.00-14.10	1137	1042	6	4	4	16	1	0	0	0	0	0
14.10-14.20	1203	1090	4	6	4	14	3	0	0	0	0	0
14.20-14.30	1193	1064	8	4	2	12	3	0	2	0	1	0
14.30-14.40	1150	1038	8	0	0	8	3	0	0	0	1	2
14.40-14.50	1113	994	10	2	0	8	2	2	1	0	0	0
14.50-15.00	1125	974	14	0	2	6	1	2	0	0	0	0
15.00-15.10	1277	890	8	16	4	14	2	2	0	0	0	0
15.10-15.20	1262	990	10	4	2	12	2	2	1	0	0	0
15.20-15.30	1233	924	14	6	2	8	4	0	0	0	0	0
15.30-15.40	1252	902	8	8	4	8	2	4	0	0	0	0
15.40-15.50	1161	842	4	0	0	6	0	0	0	0	0	0
15.50-16.00	1141	858	2	2	0	4	0	0	0	0	0	0
16.00-16.10	569	50	8	4	0	8	4	0	0	1	0	0
16.10-16.20	680	58	0	8	1	0	2	0	0	0	1	0
16.20-16.30	691	70	6	2	0	6	5	0	0	0	0	1
16.30-16.40	696	64	4	4	4	2	4	0	1	0	0	0
16.40-16.50	875	68	8	6	0	4	3	0	0	0	1	0
16.50-17.00	649	76	2	4	0	4	1	0	0	1	0	0
17.00-17.10	580	68	8	4	0	8	5	0	0	0	0	0
17.10-17.20	581	74	6	2	0	0	1	0	0	0	0	0
17.20-17.30	610	58	2	2	0	4	0	0	0	0	1	0
17.30-17.40	675	66	4	6	2	4	2	0	0	0	0	0
17.40-17.50	669	60	4	8	0	0	6	0	0	1	0	1
17.50-18.00	580	70	4	4	0	0	0	2	0	0	0	0
18.00-18.10	561	50	10	8	0	0	3	0	0	0	0	0
18.10-18.20	697	70	4	0	0	4	2	0	0	0	0	1

Waktu (Interval 10 Menit)	Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Taksi	Bus Mini	Pick Up	Mini Truk	Bus Besar	Truk 2 sb	Truk 3 Sb	Truk Gandeng	Trailer
18.20-18.30	753	62	4	2	2	4	1	4	0	0	0	0
18.30-18.40	620	50	6	0	0	0	1	0	0	0	1	1
18.40-18.50	611	56	6	0	0	0	3	0	1	0	1	0
18.50-19.00	602	70	4	0	0	2	5	0	2	1	0	0
19.00-19.10	432	70	8	4	0	8	5	0	0	0	6	0
19.10-19.20	479	58	0	6	0	0	1	0	0	0	0	0
19.20-19.30	559	60	2	0	0	0	2	0	0	0	1	0
19.30-19.40	520	70	2	8	0	0	3	1	0	0	0	1
19.40-19.50	417	74	0	4	0	4	2	0	2	0	0	0
19.50-20.00	502	86	2	0	0	6	1	0	0	0	0	0
20.00-20.10	349	32	0	28	0	0	0	0	0	0	0	1
20.10-20.20	360	34	0	26	0	0	2	0	0	0	2	0
20.20-20.30	330	38	0	28	0	0	1	0	0	0	1	2
20.30-20.40	329	18	0	24	0	0	0	0	0	0	1	0
20.40-20.50	295	24	0	18	0	0	3	0	0	0	0	0
20.50-21.00	317	16	0	8	0	0	0	0	0	0	1	0

Lampiran 4 Beban Emisi Jalan Rungkut

Waktu (Interval 10 Menit)	Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Taksi	Bus Mini	Pick Up	Mini Truk	Bus Besar	Truk 2 sb	Truk 3 Sb	Truk Gandeng	Trailer	Total (gram/10 menit)
05.00-05.10	6,95	325,94	1,04	0,26	1,43	3,32	4,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	343,11
05.10-05.20	2,24	343,33	0,74	0,38	1,43	2,65	14,64	0,00	2,51	0,00	0,00	0,00	367,92
05.20-05.30	2,20	359,04	0,59	0,26	0,71	2,65	4,18	0,00	0,00	0,00	5,02	0,00	374,65
05.30-05.40	1,99	385,97	0,30	0,13	0,00	5,30	14,64	8,54	7,53	0,00	0,00	0,00	424,39
05.40-05.50	38,57	360,72	0,30	0,00	0,00	2,65	4,18	5,69	0,00	0,00	0,00	2,51	414,63
05.50-06.00	2,05	365,77	0,30	0,00	0,71	1,33	0,00	0,00	2,51	0,00	0,00	0,00	372,66
06.00-06.10	28,64	268,72	0,59	0,26	0,71	5,30	4,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	308,41
06.10-06.20	1,97	281,06	0,74	0,26	0,71	6,63	4,18	0,00	0,00	0,00	2,51	0,00	298,06
06.20-06.30	20,87	273,77	0,59	0,51	0,71	7,96	8,36	0,00	5,02	0,00	0,00	2,51	320,30
06.30-06.40	2,02	293,40	0,44	0,38	0,00	4,64	4,18	0,00	0,00	0,00	2,51	0,00	307,58
06.40-06.50	17,67	274,89	0,30	0,00	0,00	4,64	2,09	0,00	2,51	0,00	0,00	0,00	302,10

Waktu (Interval 10 Menit)	Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Taksi	Bus Mini	Pick Up	Mini Truk	Bus Besar	Truk 2 sb	Truk 3 Sb	Truk Gandeng	Trailer	Total (gram/10 menit)
06.50-07.00	1,84	273,21	0,30	0,00	0,00	2,65	4,18	0,00	2,51	0,00	0,00	0,00	284,69
07.00-07.10	8,17	230,01	0,44	0,13	0,00	5,30	10,46	0,00	2,51	0,00	2,51	0,00	259,53
07.10-07.20	1,86	217,67	0,30	0,00	0,00	7,96	4,18	0,00	2,51	2,51	0,00	0,00	236,98
07.20-07.30	12,58	210,38	0,30	0,13	0,00	7,96	14,64	0,00	2,51	0,00	0,00	5,02	253,50
07.30-07.40	2,01	173,91	0,07	0,13	0,36	7,62	23,00	0,00	0,00	0,00	5,02	2,51	214,63
07.40-07.50	11,46	191,30	0,00	0,13	0,00	5,97	14,64	0,00	5,02	0,00	0,00	0,00	228,51
07.50-08.00	1,80	197,47	0,44	0,00	0,00	4,64	16,73	0,00	2,51	0,00	0,00	0,00	223,59
08.00-08.10	26,01	191,30	0,30	0,00	0,71	7,29	18,82	0,00	5,02	0,00	0,00	0,00	249,45
08.10-08.20	1,84	173,91	0,15	0,26	0,71	8,62	16,73	0,00	2,51	0,00	2,51	2,51	209,74
08.20-08.30	26,32	141,37	0,30	0,00	1,43	7,96	12,55	5,69	2,51	0,00	0,00	2,51	200,63
08.30-08.40	1,66	155,96	0,00	0,00	0,00	5,30	14,64	5,69	5,02	0,00	0,00	5,02	193,29
08.40-08.50	22,62	157,08	0,30	0,26	1,43	6,63	10,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	198,76
08.50-09.00	1,64	168,30	0,15	0,00	0,71	7,96	14,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	193,39
09.00-09.10	9,50	62,27	0,00	0,13	0,71	1,99	8,36	0,00	5,02	0,00	0,00	2,51	90,49
09.10-09.20	1,68	67,88	0,30	0,13	0,00	2,65	6,27	0,00	0,00	0,00	2,51	0,00	81,42
09.20-09.30	2,22	69,56	0,00	0,00	0,00	1,33	6,27	0,00	0,00	2,51	0,00	5,02	86,91
09.30-09.40	1,61	72,93	0,30	0,00	0,00	3,32	16,73	0,00	0,00	0,00	0,00	2,51	97,39
09.40-09.50	2,41	75,17	0,15	0,00	0,00	3,98	4,18	0,00	5,02	2,51	2,51	2,51	98,44
09.50-10.00	1,50	84,71	0,15	0,13	0,71	5,30	6,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	98,78
10.00-10.10	3,57	111,80	0,85	0,00	0,00	8,40	14,45	0,00	2,89	0,00	0,00	0,00	141,96
10.10-10.20	3,70	127,96	0,68	0,15	0,00	9,17	21,68	0,00	0,00	2,89	0,00	5,78	172,00
10.20-10.30	3,81	118,26	0,34	0,00	0,00	6,87	12,04	0,00	5,78	5,78	0,00	2,89	155,78
10.30-10.40	3,76	120,85	0,68	0,29	0,00	9,93	16,86	6,56	0,00	0,00	2,89	0,00	161,82
10.40-10.50	3,72	124,08	0,51	0,15	0,00	5,35	0,00	0,00	5,78	0,00	0,00	5,78	145,37
10.50-11.00	3,53	120,85	0,34	0,00	0,00	6,87	9,64	0,00	0,00	2,89	0,00	0,00	144,11
11.00-11.10	3,78	101,46	0,34	0,29	0,00	6,11	12,04	0,00	5,78	0,00	0,00	0,00	129,81
11.10-11.20	4,14	121,50	0,34	0,29	0,00	7,64	9,64	0,00	2,89	0,00	5,78	0,00	152,22

Waktu (Interval 10 Menit)	Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Taksi	Bus Mini	Pick Up	Mini Truk	Bus Besar	Truk 2 sb	Truk 3 Sb	Truk Gandeng	Trailer	Total (gram/10 menit)
11.20-11.30	4,36	129,90	0,51	0,44	0,00	9,93	21,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	166,81
11.30-11.40	4,18	115,03	0,34	0,29	0,00	5,35	16,86	0,00	0,00	0,00	0,00	2,89	144,94
11.40-11.50	3,95	91,12	0,68	0,59	0,00	4,58	7,23	0,00	2,89	0,00	0,00	0,00	111,04
11.50-12.00	3,61	115,03	0,17	0,07	3,70	4,20	0,00	3,28	0,00	0,00	0,00	0,00	130,07
12.00-12.10	7,33	336,70	1,36	0,29	1,65	3,06	4,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	355,20
12.10-12.20	7,10	343,16	1,02	0,29	0,82	3,06	7,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	362,68
12.20-12.30	7,01	363,19	0,85	0,44	0,00	2,29	7,23	6,56	2,89	0,00	2,89	0,00	393,35
12.30-12.40	7,02	373,53	0,68	0,59	0,82	1,53	12,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	396,22
12.40-12.50	7,34	395,51	0,51	0,29	0,00	1,53	12,04	6,56	0,00	0,00	0,00	5,78	429,56
12.50-13.00	6,66	408,43	0,34	0,15	0,00	0,76	2,41	0,00	2,89	0,00	0,00	0,00	421,64
13.00-13.10	6,70	336,70	0,34	0,59	1,65	2,29	19,27	0,00	2,89	0,00	0,00	0,00	370,42
13.10-13.20	7,11	349,62	1,02	0,59	0,82	1,53	7,23	0,00	0,00	0,00	2,89	0,00	370,81
13.20-13.30	7,24	362,55	0,68	0,44	1,65	1,53	2,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	376,49
13.30-13.40	6,91	321,83	0,34	0,29	0,82	0,76	7,23	6,56	0,00	0,00	0,00	5,78	350,53
13.40-13.50	6,64	308,91	0,51	0,15	0,00	0,76	4,82	0,00	2,89	0,00	2,89	0,00	327,57
13.50-14.00	6,63	340,57	0,68	0,15	0,00	3,06	7,23	6,56	0,00	0,00	0,00	0,00	364,87
14.00-14.10	6,68	336,70	0,51	0,29	1,65	6,11	2,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	354,34
14.10-14.20	7,07	352,21	0,34	0,44	1,65	5,35	7,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	374,27
14.20-14.30	7,01	343,81	0,68	0,29	0,82	4,58	7,23	0,00	5,78	0,00	2,89	0,00	373,09
14.30-14.40	6,76	335,40	0,68	0,00	0,00	3,06	7,23	0,00	0,00	0,00	2,89	5,78	361,79
14.40-14.50	6,54	321,19	0,85	0,15	0,00	3,06	4,82	6,56	2,89	0,00	0,00	0,00	346,04
14.50-15.00	6,61	314,72	1,19	0,00	0,82	2,29	2,41	6,56	0,00	0,00	0,00	0,00	334,60
15.00-15.10	6,70	256,99	0,61	1,05	1,47	4,78	4,31	5,86	0,00	0,00	0,00	0,00	281,76
15.10-15.20	6,63	285,86	0,76	0,26	0,74	4,10	4,31	5,86	2,58	0,00	0,00	0,00	311,09
15.20-15.30	6,47	266,81	1,07	0,39	0,74	2,73	8,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	286,81
15.30-15.40	6,57	260,45	0,61	0,53	1,47	2,73	4,31	11,72	0,00	0,00	0,00	0,00	288,38
15.40-15.50	6,10	243,13	0,30	0,00	0,00	2,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	251,57

Waktu (Interval 10 Menit)	Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Taksi	Bus Mini	Pick Up	Mini Truk	Bus Besar	Truk 2 sb	Truk 3 Sb	Truk Gandeng	Trailer	Total (gram/10 menit)
15.50-16.00	5,99	247,75	0,15	0,13	0,00	1,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	255,39
16.00-16.10	2,99	14,44	0,61	0,26	0,00	2,73	8,61	0,00	0,00	2,58	0,00	0,00	32,22
16.10-16.20	3,57	16,75	0,00	0,53	0,37	0,00	4,31	0,00	0,00	0,00	2,58	0,00	28,10
16.20-16.30	3,63	20,21	0,46	0,13	0,00	2,05	10,76	0,00	0,00	0,00	0,00	2,58	39,82
16.30-16.40	3,65	18,48	0,30	0,26	1,47	0,68	8,61	0,00	2,58	0,00	0,00	0,00	36,05
16.40-16.50	4,59	19,64	0,61	0,39	0,00	1,37	6,46	0,00	0,00	0,00	2,58	0,00	35,64
16.50-17.00	3,41	21,95	0,15	0,26	0,00	1,37	2,15	0,00	0,00	2,58	0,00	0,00	31,87
17.00-17.10	3,05	19,64	0,61	0,26	0,00	2,73	10,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	37,04
17.10-17.20	3,05	21,37	0,46	0,13	0,00	0,00	2,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	27,16
17.20-17.30	3,20	16,75	0,15	0,13	0,00	1,37	0,00	0,00	0,00	0,00	2,58	0,00	24,18
17.30-17.40	3,54	19,06	0,30	0,39	0,74	1,37	4,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	29,70
17.40-17.50	3,51	17,33	0,30	0,53	0,00	0,00	12,92	0,00	0,00	2,58	0,00	2,58	39,75
17.50-18.00	3,05	20,21	0,30	0,26	0,00	0,00	0,00	5,86	0,00	0,00	0,00	0,00	29,68
18.00-18.10	2,95	14,44	0,76	0,53	0,00	0,00	6,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	25,13
18.10-18.20	3,66	20,21	0,30	0,00	0,00	1,37	4,31	0,00	0,00	0,00	0,00	2,58	32,43
18.20-18.30	3,95	17,90	0,30	0,13	0,74	1,37	2,15	11,72	0,00	0,00	0,00	0,00	38,26
18.30-18.40	3,26	14,44	0,46	0,00	0,00	0,00	2,15	0,00	0,00	0,00	2,58	2,58	25,47
18.40-18.50	3,21	16,17	0,46	0,00	0,00	0,00	6,46	0,00	2,58	0,00	2,58	0,00	31,46
18.50-19.00	3,16	20,21	0,30	0,00	0,00	0,68	10,76	0,00	5,17	2,58	0,00	0,00	42,87
19.00-19.10	2,27	20,21	0,61	0,26	0,00	2,73	10,76	0,00	0,00	0,00	15,50	0,00	52,34
19.10-19.20	2,51	16,75	0,00	0,39	0,00	0,00	2,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21,81
19.20-19.30	2,93	17,33	0,15	0,00	0,00	0,00	4,31	0,00	0,00	0,00	2,58	0,00	27,30
19.30-19.40	2,73	20,21	0,15	0,53	0,00	0,00	6,46	2,93	0,00	0,00	0,00	2,58	35,59
19.40-19.50	2,19	21,37	0,00	0,26	0,00	1,37	4,31	0,00	5,17	0,00	0,00	0,00	34,66
19.50-20.00	2,64	24,83	0,15	0,00	0,00	2,05	2,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	31,82
20.00-20.10	1,83	9,24	0,00	1,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,58	15,49
20.10-20.20	1,89	9,82	0,00	1,71	0,00	0,00	4,31	0,00	0,00	0,00	5,17	0,00	22,88

Waktu (Interval 10 Menit)	Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Taksi	Bus Mini	Pick Up	Mini Truk	Bus Besar	Truk 2 sb	Truk 3 Sb	Truk Gandeng	Trailer	Total (gram/10 menit)
20.20-20.30	1,73	10,97	0,00	1,84	0,00	0,00	2,15	0,00	0,00	0,00	2,58	5,17	24,44
20.30-20.40	1,73	5,20	0,00	1,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,58	0,00	11,08
20.40-20.50	1,55	6,93	0,00	1,18	0,00	0,00	6,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,12
20.50-21.00	1,66	4,62	0,00	0,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,58	0,00	9,39

Lampiran 5 Volume Kendaraan Jalan Dr.Ir.H.Soekarno

Waktu (Int 15 Menit)	Jenis Kendaraan												
	Sepeda Motor	Mobil Probadi	Angkot	Taksi	Bus Mini	Pick Up/Box	Mini Truk	Bus Besar	Truk 2 Sb	Truk 3 Sb	Trk Gandeng	Traller	Kend. Tak Bermotor
07.00-07.15	2868	894	0	0	4	0	22	1	4	0	0	0	0
07.15-07.30	3262	1008	0	0	6	0	25	0	7	1	0	0	0
07.30-07.45	3623	1017	0	0	6	0	33	0	7	0	0	0	0
07.45-08.00	3407	939	0	0	2	0	40	0	10	0	0	0	0
08.00-08.15	3077	1019	0	0	5	0	52	0	14	0	0	0	0
08.15-08.30	2797	936	0	0	8	0	46	1	22	0	0	0	0
08.30-08.45	2277	928	0	0	4	0	84	0	24	0	0	0	0
08.45-09.00	2007	949	0	0	5	0	64	0	27	0	0	0	0
16.00-16.15	3468	1118	0	0	11	0	77	1	31	0	0	0	0
16.15-16.30	3850	1077	0	0	16	0	91	1	29	2	0	0	0
16.30-16.45	3871	1169	0	0	9	0	61	2	16	1	0	0	0
16.45-17.00	4208	1107	0	0	6	0	76	1	21	1	0	0	0
17.00-17.15	3645	1101	0	0	3	0	66	0	16	0	0	0	0
17.15-17.30	3441	1202	0	0	4	0	58	1	19	0	0	0	0
17.30-17.45	3570	1167	0	0	2	0	53	1	14	1	0	0	0
17.45-18.00	3243	1172	0	0	3	0	42	1	16	3	0	0	0

Lampiran 6 Beban Emisi Jalan Dr.Ir.H.Soekarno

Waktu (Interval 15 Menit)	Jenis Kendaraan												Total (gram/10 menit)
	Sepeda Motor	Mobil Probadi	Angkot	Taksi	Bus Mini	Pick Up/Box	Mini Truk	Bus Besar	Truk 2 Sb	Truk 3 Sb	Trk Gandeng	Traller	
07.00-07.15	14,12	242,01	0,00	0,00	1,38	0,00	44,40	2,75	9,69	0,00	0,00	0,00	314,34
07.15-07.30	16,06	272,88	0,00	0,00	2,07	0,00	50,45	0,00	16,95	2,42	0,00	0,00	360,82
07.30-07.45	17,83	275,31	0,00	0,00	2,07	0,00	66,59	0,00	16,95	0,00	0,00	0,00	378,76
07.45-08.00	16,77	254,20	0,00	0,00	0,69	0,00	80,72	0,00	24,22	0,00	0,00	0,00	376,59
08.00-08.15	15,14	275,85	0,00	0,00	1,72	0,00	104,94	0,00	33,90	0,00	0,00	0,00	431,56
08.15-08.30	13,77	253,38	0,00	0,00	2,76	0,00	92,83	2,75	53,28	0,00	0,00	0,00	418,76
08.30-08.45	11,21	251,22	0,00	0,00	1,38	0,00	169,51	0,00	58,12	0,00	0,00	0,00	491,44
08.45-09.00	9,88	256,90	0,00	0,00	1,72	0,00	129,15	0,00	65,38	0,00	0,00	0,00	463,04
16.00-16.15	17,07	302,65	0,00	0,00	3,79	0,00	155,39	2,75	75,07	0,00	0,00	0,00	556,72
16.15-16.30	18,95	291,55	0,00	0,00	5,51	0,00	183,64	2,75	70,23	4,84	0,00	0,00	577,47
16.30-16.45	19,05	316,46	0,00	0,00	3,10	0,00	123,10	5,49	38,75	2,42	0,00	0,00	508,37
16.45-17.00	20,71	299,68	0,00	0,00	2,07	0,00	153,37	2,75	50,85	2,42	0,00	0,00	531,85
17.00-17.15	17,94	298,05	0,00	0,00	1,03	0,00	133,19	0,00	38,75	0,00	0,00	0,00	488,96
17.15-17.30	16,94	325,39	0,00	0,00	1,38	0,00	117,05	2,75	46,01	0,00	0,00	0,00	509,51
17.30-17.45	17,57	315,92	0,00	0,00	0,69	0,00	106,96	2,75	33,90	2,42	0,00	0,00	480,21
17.45-18.00	15,96	317,27	0,00	0,00	1,03	0,00	84,76	2,75	38,75	7,26	0,00	0,00	467,78

Lampiran 7 Volume Kendaraan Jalan Tol Waru Juanda

No	Jam	Gerbang			Gerbang			Gerbang		
		Tambak Sumur 1	Gol.1 (Mobil)	Gol 2-5 (Truk)	Tambak Sumur 2	Gol.1 (Mobil)	Gol 2-5 (Truk)	Berbek 1	Gol.1 (Mobil)	Gol 2-5 (Truk)
1	06.00-06.59	194	179	15	438	404	34	82	76	6
2	07.00-07.59	218	201	17	672	619	53	86	79	7
3	08.00-08.59	21	19	2	509	469	40	99	91	8
4	09.00-09.59	254	234	20	482	444	38	111	102	9
5	10.00-10.59	249	229	20	457	421	36	131	121	10

No	Jam	Gerbang			Gerbang			Gerbang		
		Tambak Sumur 1	Gol.1 (Mobil)	Gol 2-5 (Truk)	Tambak Sumur 2	Gol.1 (Mobil)	Gol 2-5 (Truk)	Berbek 1	Gol.1 (Mobil)	Gol 2-5 (Truk)
6	11.00-11.59	230	212	18	372	343	29	131	121	10
7	12.00-12.59	229	211	18	284	262	22	116	107	9
8	13.00-13.59	229	211	18	455	419	36	134	123	11
9	14.00-14.59	215	198	17	421	388	33	155	143	12
10	15.00-15.59	280	258	22	398	367	31	180	166	14
11	16.00-16.59	368	339	29	484	446	38	212	195	17
12	17.00-17.59	261	241	20	416	383	33	265	244	21
13	18.00-18.59	261	241	20	370	341	29	208	192	16
14	19.00-19.59	245	226	19	333	307	26	185	170	15
15	20.00-20.59	221	204	17	270	249	21	173	159	14
16	21.00-21.59	178	164	14	171	158	13	145	134	11
17	22.00-22.59	155	143	12	151	139	12	93	86	7
18	23.00-23.59	62	57	5	89	82	7	37	34	3
19	00.00-00.59	24	22	2	44	41	3	15	14	1
20	01.00-01.59	8	7	1	36	33	3	4	4	0
21	02.00-02.59	28	26	2	25	23	2	1	1	0
22	03.00-03.59	94	87	7	26	24	2	16	15	1
23	04.00-04.59	143	132	11	61	56	5	52	48	4
24	05.00-05.59	162	149	13	184	170	14	40	37	3

Lampiran 8 Beban Emisi Jalan Tol Waru Juanda

No	Jam	Total Beban Emisi (gram/detik)		
		Tambak Sumur 1	Tambak Sumur 2	Brebek 1
1	06.00-06.59	0,0693	0,1475	0,1397
2	07.00-07.59	0,1031	0,2263	0,2078
3	08.00-08.59	0,1012	0,2365	0,2039
4	09.00-09.59	0,1060	0,0918	0,2136
5	10.00-10.59	0,1040	0,2274	0,2097
6	11.00-11.59	0,1060	0,2256	0,2136
7	12.00-12.59	0,0897	0,1998	0,1808
8	13.00-13.59	0,1067	0,2401	0,2151

No	Jam	Total Beban Emisi (gram/detik)		
		Tambak Sumur 1	Tambak Sumur 2	Brebek 1
9	14.00-14.59	0,1259	0,1934	0,2537
10	15.00-15.59	0,1326	0,2370	0,2673
11	16.00-16.59	0,1359	0,2735	0,2739
12	17.00-17.59	0,1367	0,2643	0,2754
13	18.00-18.59	0,1386	0,2590	0,2794
14	19.00-19.59	0,1265	0,2418	0,2549
15	20.00-20.59	0,1194	0,2248	0,2406
16	21.00-21.59	0,1114	0,1861	0,2246
17	22.00-22.59	0,0603	0,1617	0,1216
18	23.00-23.59	0,0278	0,0836	0,0560
19	00.00-00.59	0,0146	0,0443	0,0295
20	01.00-01.59	0,0079	0,0218	0,0159
21	02.00-02.59	0,0090	0,0074	0,0182
22	03.00-03.59	0,0162	0,0109	0,0327
23	04.00-04.59	0,0349	0,0373	0,0702
24	05.00-05.59	0,0418	0,0695	0,0842

Lampiran 9 Konsentrasi Rata-Rata Harian SO₂ 5 Tahun Terakhir

Tgl	2013											
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOV	DES
1	2,92	8,04	5,06	---	13,27	8,80	---	---	---	---	21,98	---
2	2,33	5,84	4,63	---	13,14	8,05	---	---	---	---	17,45	---
3	2,15	3,37	3,96	---	11,09	8,92	---	---	---	---	19,48	---
4	1,87	3,64	4,46	---	13,64	8,93	---	---	---	---	14,20	---
5	2,41	13,51	5,51	---	11,26	7,92	---	---	---	---	13,62	---
6	1,76	8,33	8,66	---	12,60	8,02	---	---	---	---	13,33	---
7	3,26	4,73	8,04	---	10,12	---	---	---	---	---	---	---
8	5,02	8,13	4,53	---	7,63	---	---	---	---	---	---	---
9	3,33	13,35	5,08	---	8,95	---	---	---	22,97	---	---	---
10	2,60	23,85	4,54	---	8,34	---	---	---	---	---	---	---
11	3,15	7,12	3,90	---	8,41	---	---	---	14,39	---	---	---
12	2,63	10,65	---	---	7,93	---	---	---	19,48	---	---	---
13	2,73	25,36	---	---	7,89	---	8,05	---	12,79	14,02	---	---
14	3,77	27,49	---	---	8,74	---	---	---	16,16	22,18	---	---
15	8,20	15,99	---	---	8,69	---	---	---	18,08	21,05	---	---
16	8,45	7,39	---	---	8,41	---	---	---	19,23	19,14	---	---
17	16,01	9,47	---	---	8,04	---	---	---	14,82	14,62	---	---

Tgl	2013											
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOV	DES
18	3,03	14,89	---	---	7,83	---	---	---	12,68	15,59	---	---
19	4,62	26,37	---	---	8,19	---	---	---	14,99	14,74	---	---
20	3,38	6,83	---	---	8,88	---	---	---	27,81	14,91	---	---
21	3,37	11,19	---	---	7,64	---	---	---	20,35	13,94	---	---
22	4,60	9,91	---	9,38	8,15	---	---	---	25,23	13,83	---	---
23	4,80	5,35	---	8,61	7,73	---	---	---	13,22	---	---	---
24	10,51	6,87	---	10,34	8,24	---	---	---	14,88	---	---	---
25	5,34	6,09	---	10,05	8,07	---	---	---	19,47	---	---	---
26	4,92	4,25	---	11,58	8,91	---	---	---	---	14,79	---	---
27	8,78	5,44	---	12,38	9,36	---	---	---	---	14,90	---	---
28	16,52	3,61	---	10,47	8,79	---	---	---	---	13,39	---	---
29	10,97		---	10,47	8,56	---	---	---	---	13,62	---	15,10
30	19,07		---	10,10	8,21	---	---	---	---	15,38	---	14,97
31	9,64		---		8,31					15,23		14,61
Tgl	2014											
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOV	DES
1	14,32	16,25	20,40	17,41	18,18	29,38	21,09	21,99	19,75	20,01	9,55	2,40
2	14,36	15,72	21,61	18,51	17,82	20,17	20,85	21,91	9,31	4,54	13,43	1,96
3	14,22	18,61	26,61	18,69	18,33	19,76	20,68	21,75	19,73	24,11	4,51	1,86
4	15,32	17,89	18,16	17,99	19,55	19,70	20,98	21,68	13,79	16,15	14,00	0,00
5	14,82	17,89	21,30	17,82	19,97	19,57	20,38	21,83	13,76	8,71	11,48	0,46
6	14,80	17,89	19,44	17,68	19,69	23,18	20,99	21,71	5,20	12,83	8,98	0,97
7	16,66	17,89	21,06	17,49	19,62	19,79	20,88	22,28	20,78	16,59	2,28	0,49
8	17,28	17,89	19,01	18,41	19,96	20,07	20,49	22,22	13,46	33,72	0,00	1,10
9	15,94	17,89	20,73	19,18	22,05	23,82	20,67	22,66	17,07	19,59	17,26	2,96
10	15,96	17,89	19,41	22,13	20,20	20,43	20,45	22,46	15,10	28,04	52,68	0,01
11	15,28	17,89	20,92	17,73	20,40	20,33	20,85	22,12	14,38	11,18	23,33	0,58
12	15,48	17,89	20,88	17,79	20,68	20,59	20,67	32,23	9,27	7,04	32,27	3,85
13	15,22	17,89	20,72	18,02	21,84	20,39	20,80	23,57	17,65	15,93	13,30	2,97
14	14,61	17,89	24,21	18,28	21,25	20,33	21,40	25,08	21,62	8,94	25,87	2,32
15	16,07	17,89	19,07	20,30	19,88	23,88	22,06	31,71	20,67	9,00	21,04	5,09
16	15,57	17,89	18,14	19,28	19,72	20,35	22,53	31,83	16,23	12,21	0,00	4,88
17	15,40	17,89	18,30	18,83	20,14	20,04	37,28	39,50	16,33	4,87	0,26	6,46
18	15,11	17,89	26,30	19,03	20,03	20,32	31,27	40,85	5,51	9,29	0,00	8,14
19	15,58	17,57	17,69	19,24	20,16	20,27	24,05	38,18	0,26	14,60	0,00	6,78
20	15,35	20,67	17,19	18,51	20,60	20,59	21,76	29,36	0,63	17,47	0,08	0,52
21	15,43	27,23	17,27	19,48	20,31	20,99	21,83	20,46	20,00	0,21	0,87	0,00
22	18,83	25,54	17,09	18,82	19,98	23,09	22,33	8,66	20,00	1,12	0,11	0,00
23	14,70	18,23	20,52	18,41	20,21	20,46	21,94	10,18	13,96	4,95	0,00	0,37

Tgl	2014											
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOV	DES
25	22,42	21,23	16,70	18,20	19,89	20,90	21,65	15,90	15,52	10,45	2,44	1,52
26	21,95	21,43	28,21	18,42	---	20,89	21,58	14,10	35,73	0,69	10,05	0,05
27	16,14	23,99	18,92	18,32	20,10	20,85	21,81	10,44	40,08	2,47	0,39	0,05
28	21,66	18,78	17,83	18,49	20,18	20,93	22,10	8,57	16,44	6,63	0,00	0,14
29	17,93		18,68	18,49	20,20	20,59	22,10	19,95	21,46	10,37	0,93	0,00
30	17,75		18,11	18,32	19,96	20,86	21,80	25,79	8,94	7,31	0,00	0,00
31	16,79		16,75		20,22		21,86	25,27		22,86		0,00
Tgl	2015											
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOV	DES
1	0,00	1,91	0,00	0,21	---	2,19	---	---	8,36	4,75	8,49	---
2	0,01	0,34	1,03	0,34	---	3,54	---	---	9,36	5,41	9,10	---
3	0,42	1,82	0,19	0,04	---	1,86	---	---	15,13	4,60	8,16	---
4	0,00	1,54	0,02	0,03	---	1,74	---	---	15,16	4,65	7,79	---
5	1,47	2,89	0,01	0,00	---	2,75	---	---	18,40	4,77	7,80	---
6	3,46	3,69	0,03	0,06	---	4,34	---	---	17,44	7,69	7,81	---
7	5,36	4,22	0,00	0,04	---	13,31	---	---	19,60	5,50	7,58	---
8	2,03	0,30	0,02	0,04	---	2,21	---	---	7,64	6,34	7,76	---
9	1,60	0,28	0,00	0,64	---	6,77	---	---	22,48	5,74	20,82	---
10	1,34	9,00	0,17	0,10	---	3,67	---	---	14,60	5,04	16,45	---
11	0,59	4,22	0,05	0,05	---	---	---	---	9,30	5,24	13,92	---
12	0,12	1,66	0,05	0,06	---	---	---	---	6,64	4,53	12,04	---
13	0,05	3,52	0,03	0,06	---	---	---	---	11,77	4,90	10,01	---
14	0,00	0,39	0,22	0,82	---	---	---	---	11,35	4,46	---	---
15	2,56	0,66	0,04	0,00	---	---	---	2,07	9,44	4,86	---	---
16	1,01	1,18	0,04	0,00	---	---	---	2,52	8,98	7,30	---	---
17	0,00	0,49	0,11	2,38	---	---	---	2,99	2,98	5,14	---	---
18	1,05	0,00	0,10	1,57	---	---	---	8,76	3,00	4,60	---	---
19	0,00	1,32	5,72	0,97	---	---	---	2,88	3,16	6,00	---	---
20	0,00	0,46	3,90	0,87	---	---	---	17,22	4,89	4,62	---	---
21	0,13	0,08	3,84	1,07	---	---	---	15,43	6,51	5,27	---	---
22	0,17	0,00	3,01	0,93	---	---	---	12,31	10,88	5,42	---	---
23	0,93	0,49	2,73	1,03	---	---	---	8,05	4,74	12,32	---	---
24	0,43	0,00	0,94	5,27	---	---	---	9,51	4,56	6,18	---	---
25	0,16	0,07	0,50	1,25	---	---	---	17,61	6,03	4,73	---	---
26	3,71	0,00	0,32	---	---	---	---	16,02	4,98	5,25	---	---
27	0,97	0,00	0,03	---	---	---	---	10,53	4,52	4,90	---	---
28	1,47	0,44	0,01	---	---	---	---	9,84	4,50	4,76	---	---
29	0,32		0,09	---	---	---	---	6,10	4,56	4,78	---	---
30	0,91		0,24	---	---	---	---	7,21	4,78	6,92	---	---
31	0,14		0,06		---			9,99		8,00		---

Tgl	2016											
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOV	DES
1	---	---	37,12	51,92	17,67	26,33	35,62	12,48	19,20	23,85	41,73	28,18
2	---	---	37,18	53,82	17,12	25,38	40,65	11,59	23,19	22,58	50,11	28,56
3	---	---	38,29	50,11	17,50	25,88	34,36	25,72	19,21	18,49	40,22	27,93
4	---	---	41,99	50,79	17,53	34,99	34,41	11,61	15,60	17,27	38,55	30,89
5	---	---	43,27	50,90	18,10	37,03	34,47	8,75	14,38	16,68	32,87	28,93
6	---	---	42,91	60,19	20,41	30,91	34,91	8,96	13,97	16,72	34,16	31,38
7	---	---	46,38	52,09	25,69	26,80	35,41	9,61	15,75	28,59	24,01	33,55
8	---	---	43,29	53,65	27,25	30,50	37,20	9,48	22,04	17,02	27,10	28,50
9	---	---	45,29	57,25	25,82	28,98	36,49	9,21	22,25	17,17	37,55	30,84
10	---	---	47,54	58,85	19,16	31,95	36,98	11,89	21,58	17,30	40,72	26,70
11	---	---	49,88	52,39	19,18	28,94	36,28	17,52	27,84	17,72	54,32	27,41
12	---	---	58,94	56,13	19,71	28,74	36,92	15,08	24,01	18,28	37,95	27,04
13	---	---	56,11	65,92	20,47	30,15	36,86	9,99	30,45	18,63	44,41	32,30
14	---	---	74,93	57,51	19,61	30,87	37,12	12,86	31,23	19,09	51,16	34,93
15	---	---	60,48	46,20	20,18	31,19	37,34	11,06	16,64	22,03	45,09	30,83
16	---	---	57,04	16,37	27,78	36,14	37,43	11,73	16,61	25,49	34,77	28,73
17	---	---	51,96	15,63	25,00	30,72	37,47	10,52	16,25	24,72	27,48	30,27
18	---	---	64,95	16,73	33,74	31,05	38,34	17,61	17,14	34,81	25,40	59,01
19	---	---	58,14	16,22	22,85	40,98	42,39	14,47	16,94	31,85	27,10	26,86
20	---	---	48,78	16,18	21,98	45,59	40,56	16,67	16,66	20,96	29,66	27,95
21	---	---	55,83	15,48	23,02	35,36	43,22	16,10	16,43	32,61	24,72	27,95
22	---	---	74,62	16,89	21,72	31,87	42,43	18,33	15,72	22,62	30,52	---
23	---	---	63,40	21,07	31,54	38,48	25,14	15,80	16,02	21,67	26,29	29,74
24	---	---	58,26	16,69	22,74	43,84	9,51	18,72	17,08	27,24	28,91	28,90
25	---	---	58,42	16,83	25,21	40,07	10,51	21,88	18,78	28,44	27,26	28,05
26	---	---	58,50	17,23	23,12	41,19	16,41	16,44	18,19	26,76	27,28	---
27	---	---	59,74	32,54	25,27	47,83	11,06	12,16	19,57	40,10	26,17	29,41
28	---	---	66,82	21,36	23,96	36,60	8,15	12,01	19,36	38,15	29,95	28,77
29	---	---	63,57	17,20	24,87	32,87	8,28	12,16	18,27	30,69	29,52	---
30	---	---	49,96	19,73	27,29	34,13	17,14	12,32	17,43	35,99	32,44	27,84
31	---	---	51,26	---	33,85	---	9,00	12,50	---	44,57	---	28,05
Tgl	2017											
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOV	DES
1	27,76	29,76	34,38	46,83	38,03	42,75	44,77	---	18,73	---	---	9,31
2	27,52	31,40	39,85	42,40	38,08	45,53	44,35	---	14,52	---	---	7,47
3	27,26	31,29	33,34	49,05	41,14	60,16	44,23	5,44	18,53	---	---	7,97
4	28,15	31,09	32,84	39,13	40,90	59,51	44,55	5,99	16,27	---	---	8,44
5	28,10	31,14	37,43	41,09	47,86	60,36	47,40	11,49	10,47	---	---	7,78
6	28,40	30,90	41,93	38,79	47,98	45,14	47,65	16,24	10,55	---	---	7,12
7	28,49	32,01	---	38,42	---	43,42	74,85	---	5,19	---	9,43	7,17

Tgl	2017											
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOV	DES
8	29,35	35,94	33,10	40,11	---	42,85	54,85	---	4,00	---	28,81	8,20
9	30,24	32,98	33,27	37,64	---	47,07	51,97	---	7,43	---	32,14	8,77
10	30,00	32,21	34,42	37,60	43,63	56,70	54,52	---	16,86	---	20,23	8,73
11	29,30	33,51	33,79	41,15	43,62	53,41	53,07	---	16,23	---	12,90	10,61
12	29,48	41,16	34,14	35,88	43,28	46,01	59,48	---	16,85	---	5,86	13,23
13	28,97	34,29	33,90	---	46,34	61,47	63,70	---	17,69	---	5,49	13,34
14	28,82	33,26	33,89	36,87	47,52	---	50,19	---	17,77	---	5,29	16,93
15	29,59	33,19	33,10	37,03	46,20	---	45,00	---	15,84	---	6,68	14,41
16	30,35	32,91	33,02	37,63	42,77	---	51,45	---	23,53	---	5,01	21,71
17	29,27	33,23	32,94	36,33	46,47	---	57,39	---	12,59	---	4,56	20,68
18	28,91	32,27	34,53	37,34	43,95	---	58,67	---	15,16	---	3,92	9,53
19	29,47	31,16	34,12	36,32	57,43	47,87	48,31	---	16,54	---	3,30	8,50
20	29,18	30,78	33,59	---	62,67	55,68	---	---	14,90	---	2,93	9,92
21	29,88	31,74	---	37,11	59,13	48,98	15,87	---	40,22	---	4,89	14,45
22	29,54	30,60	35,28	36,96	55,94	43,73	3,74	---	42,90	---	4,94	9,46
23	29,14	32,07	34,20	36,59	55,04	43,18	19,77	---	39,77	---	7,85	10,92
24	29,93	31,41	33,82	36,56	54,44	---	15,55	4,39	9,06	---	14,00	10,60
25	---	30,85	33,69	37,46	64,65	---	28,66	3,97	18,98	---	11,49	18,81
26	28,68	30,62	34,44	37,55	48,59	47,11	---	9,38	10,21	---	11,16	8,74
27	30,04	35,59	33,95	38,99	48,56	46,50	---	8,60	6,61	---	12,66	12,18
28	30,57	34,09	35,27	41,01	42,24	---	---	2,45	6,08	---	8,41	12,00
29	29,62		35,39	39,16	43,84	---	---	12,46	17,00	---	8,68	10,93
30	29,01		35,55	39,93	44,05	45,11	---	20,41	27,40	---	9,06	9,34
31	27,38		38,36		42,07		---	14,75		---		9,46

Lampiran 10 Pemilihan Data Konsentrasi SO₂

Tanggal	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
1	46,83	38,03	42,75	44,77		18,73			9,31
2	42,40	38,08	45,53	44,35					7,47
3	49,05	41,14		44,23	5,44	18,53			7,97
4	39,13	40,90		44,55	5,99				8,44
5	41,09	47,86		47,40	11,49				7,78
6	38,79	47,98	45,14	47,65	16,24				7,12
7	38,42		43,42					9,43	7,17
8	40,11		42,85						8,20
9	37,64		47,07	51,97					8,77
10	37,60	43,63							8,73
11	41,15	43,62	53,41	53,07				12,90	10,61
12	35,88	43,28	46,01					5,86	13,23

Tanggal	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
13		46,34						5,49	13,34
14	36,87	47,52		50,19				5,29	16,93
15	37,03	46,20		45,00				6,68	14,41
16	37,63	42,77		51,45		23,53		5,01	
17	36,33	46,47							
18	37,34	43,95							9,53
19	36,32		47,87	48,31					8,50
20									9,92
21	37,11		48,98			40,22		4,89	14,45
22	36,96		43,73			42,90		4,94	9,46
23	36,59		43,18	19,77		39,77		7,85	10,92
24	36,56				4,39			14,00	10,60
25	37,46			28,66	3,97	18,98		11,49	
26	37,55	48,59	47,11		9,38			11,16	8,74
27	38,99	48,56	46,50		8,60			12,66	12,18
28	41,01	42,24			2,45			8,41	12,00
29	39,16	43,84			12,46			8,68	10,93
30	39,93	44,05	45,11		20,41	27,40		9,06	9,34
31		42,07			14,75				9,46

Lampiran 11 Data Kecepatan Angin Lokal Bulan April pada SUF-6

APRIL	Tanggal						
Waktu / Time							
GMT+7 (WIB)	4	5	6	7	8	9	10
00.30	0,13	0,32	0,22	0,26	0,36	0,17	0,09
01.00	0,43	0,60	0,20	0,08	0,42	0,21	0,03
01.30	0,61	0,89	0,03	0,04	0,59	0,21	0,35
02.00	0,19	1,14	0,01	0,12	0,49	0,21	0,30
02.30	0,16	0,85	0,02	0,15	0,89	0,20	0,19
03.00	0,38	0,54	0,18	0,19	1,27	0,18	0,28
03.30	0,57	0,58	0,61	0,31	0,73	0,26	0,13
04.00	0,64	0,39	0,58	0,42	0,70	0,63	0,03
04.30	0,76	0,16	0,46	0,40	1,39	0,40	0,10
05.00	0,56	0,21	0,36	0,50	1,05	0,32	0,37
05.30	0,50	0,30	0,37	0,27	1,07	0,12	0,42
06.00	0,61	0,27	0,71	0,22	0,48	0,15	0,08
06.30	0,30	0,08	0,25	0,21	0,80	0,41	0,07
07.00	0,46	0,57	0,44	0,25	0,82	0,14	0,51
07.30	0,31	0,44	0,36	0,42	0,51	0,26	0,64
08.00	0,22	0,95	0,06	0,60	0,48	1,38	0,71

APRIL	Tanggal						
Waktu / Time							
GMT+7 (WIB)	4	5	6	7	8	9	10
08.30	0,21	1,00	0,27	0,66	0,21	0,88	0,46
09.00	0,79	0,98	0,18	0,87	0,02	1,13	0,41
09.30	0,83	1,03	0,01	0,85	0,17	1,38	0,11
10.00	0,85	0,98	0,26	1,15	0,02	1,40	1,14
10.30	0,94	0,97	0,23	0,94	0,31	1,33	1,22
11.00	1,48	1,21	0,34	0,78	0,30	1,35	1,37
11.30	1,35	0,99	0,70	0,93	0,56	1,73	1,20
12.00	1,44	1,13	1,11	1,08	0,96	1,85	1,38
12.30	1,47	1,37	0,72	1,36	2,00	1,47	1,45
13.00	1,46	1,41	1,18	1,56	---	1,52	1,60
13.30	1,35	1,70	0,84	1,26	0,91	1,69	1,30
14.00	1,65	1,43	1,63	1,18	0,54	1,56	1,44
14.30	1,53	1,55	1,96	1,23	1,01	1,63	1,30
15.00	0,90	1,41	2,41	0,80	0,33	1,35	1,21
15.30	0,94	1,56	1,98	1,24	0,46	1,73	1,41
16.00	1,51	1,81	1,66	1,15	0,49	1,53	1,47
16.30	1,34	1,88	1,54	0,88	0,35	1,21	1,36
17.00	1,28	0,85	0,99	1,02	0,37	1,34	1,15
17.30	0,88	1,18	1,12	0,83	0,39	0,92	1,64
18.00	0,56	1,60	0,85	0,76	0,05	0,70	1,42
18.30	0,54	1,27	0,74	0,98	0,17	0,38	1,09
19.00	0,65	0,84	0,51	0,79	0,23	0,45	0,97
19.30	0,76	0,68	0,41	0,61	0,03	0,15	0,60
20.00	0,59	0,35	0,34	0,44	0,10	0,63	0,50
20.30	1,19	0,52	0,04	0,68	0,02	0,49	0,62
21.00	1,64	0,49	0,01	0,70	0,11	0,28	0,74
21.30	0,83	0,61	0,07	0,84	0,04	0,07	0,72
22.00	0,60	0,10	0,08	0,51	0,10	0,23	0,65
22.30	1,04	0,21	0,01	0,48	0,05	0,60	0,39
23.00	0,74	0,37	0,04	0,53	0,20	0,35	0,15
23.30	0,27	0,07	0,27	0,48	0,17	0,73	0,10
24.00.00	0,20	0,15	0,31	0,35	0,00	0,40	0,09
Minimum / Minimum	0,13	0,07	0,01	0,04	0,00	0,07	0,03
Nilai Rata-rata / Mean	0,81	0,83	0,58	0,67	0,48	0,79	0,73
Maksimum / Maximum	1,65	1,88	2,41	1,56	2,00	1,85	1,64

Lampiran 12 Data Kecepatan Angin Lokal Bulan Desember pada SUF-6

DESEMBER	Tanggal						
Waktu / Time							
GMT+7 (WIB)	1	2	3	4	5	6	7
00.30	0,32	0,51	0,43	0,24	0,01	0,06	0,30
01.00	0,20	0,49	0,37	0,05	0,44	0,17	0,26
01.30	0,70	0,55	0,39	0,00	0,15	0,16	0,24
02.00	0,76	0,48	0,63	0,00	0,03	0,15	0,04
02.30	0,53	0,07	0,81	0,08	0,31	0,01	0,28
03.00	0,60	0,24	0,74	0,34	0,46	0,12	0,13
03.30	0,84	0,34	0,51	0,19	0,22	0,00	0,15
04.00	0,90	0,51	0,69	0,02	0,11	0,06	0,09
04.30	0,62	0,35	0,82	0,00	0,23	0,18	0,00
05.00	0,38	0,07	0,50	0,10	0,16	0,15	0,18
05.30	0,35	0,00	0,47	0,33	0,03	0,17	0,14
06.00	0,39	0,07	0,43	0,21	0,10	0,05	0,09
06.30	0,10	0,17	0,58	0,16	0,08	0,31	0,24
07.00	0,14	0,04	0,39	0,48	0,11	0,31	0,20
07.30	0,55	0,18	0,30	0,48	0,20	0,28	0,10
08.00	0,47	0,43	0,90	0,78	0,43	0,39	0,63
08.30	0,65	0,37	0,78	1,12	0,67	0,14	0,20
09.00	1,15	0,63	0,57	0,60	1,06	0,32	0,82
09.30	1,22	0,99	0,68	0,52	0,74	0,32	0,75
10.00	0,38	1,01	0,67	0,72	0,96	0,08	0,82
10.30	0,26	0,83	0,40	1,18	1,30	0,60	0,96
11.00	0,42	1,06	1,48	1,20	1,07	0,93	1,77
11.30	0,41	1,36	1,35	0,93	1,35	1,18	1,86
12.00	0,42	1,02	1,39	0,86	1,46	0,98	1,71
12.30	0,51	1,09	1,35	1,23	1,58	0,71	1,90
13.00	0,33	1,10	1,30	0,94	1,59	1,28	1,71
13.30	0,49	1,21	0,65	1,03	1,48	1,66	1,76
14.00	0,68	1,20	1,05	1,41	1,37	2,04	1,54
14.30	0,66	0,96	0,93	1,45	1,74	1,86	1,41
15.00	0,20	1,23	0,73	1,58	1,19	1,30	1,59
15.30	0,41	1,71	0,37	1,56	1,24	1,23	1,53
16.00	0,41	1,53	1,87	1,63	0,90	0,35	1,99
16.30	0,27	1,62	1,46	1,58	2,37	1,87	1,86
17.00	0,40	1,72	1,54	1,78	0,72	1,24	1,06
17.30	0,34	1,35	0,76	1,32	0,79	0,54	1,65
18.00	0,06	0,79	0,34	0,87	0,09	0,34	1,10
18.30	0,02	0,64	0,44	1,76	0,08	0,62	0,44

DESEMBER	Tanggal						
Waktu / Time							
GMT+7 (WIB)	1	2	3	4	5	6	7
19.00	0,14	0,58	0,68	0,95	0,01	0,43	0,08
19.30	0,01	0,48	0,25	0,23	0,07	1,14	0,23
20.00	0,00	0,81	0,22	0,28	0,00	2,41	0,58
20.30	0,01	1,15	0,25	0,35	0,01	0,67	0,32
21.00	0,00	1,18	0,40	0,26	0,04	0,74	0,62
21.30	0,19	0,96	0,05	0,47	0,14	0,41	0,37
22.00	0,18	1,19	0,22	0,40	0,13	1,11	0,16
22.30	0,02	0,89	0,40	0,08	0,02	1,05	0,12
23.00	0,10	0,72	0,19	0,30	0,08	0,85	0,08
23.30	0,23	0,50	0,50	0,09	0,09	0,58	0,08
24.00.00	0,36	0,45	0,40	0,19	0,13	0,04	0,56
Minimum / Minimum	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
Nilai Rata-rata / Mean	0,39	0,77	0,68	0,67	0,57	0,66	0,72
Maksimum / Maximum	1,22	1,72	1,87	1,78	2,37	2,41	1,99

Lampiran 13 Beban Emisi Seluruh Jalan yang Digunakan dalam Model

No	Street Identity	Street Coordinate of Straight Segment (min x, min y, max x, max y) E, S				Normalized Average Load (gram/s)
		y-in	y-fin	x-in	x-fin	
1	Jl. Ir. Soekarno	-7,2807	-7,2896	112,7810	112,7810	0,608
		-7,2896	-7,3012	112,7810	112,7820	0,608
		-7,3013	-7,3114	112,7820	112,7810	0,582
		-7,3114	-7,3313	112,7810	112,7810	1,059
2	Jl. Kertajaya	-7,2794	-7,2773	112,7620	112,7510	0,688
3	Jl. Manyar Kertoarjo	-7,2806	-7,2794	112,7720	112,7620	0,429
4	Jl. Nginden	-7,3064	-7,2663	112,7620	112,7610	0,429
5	Jl Ngagel Jaya Selatan	-7,2937	-7,2939	112,7550	112,7620	0,429
6	Jl Panjang Jiwo	-7,3087	-7,3066	112,7700	112,7620	0,429
7	Jl Jemur Sari-Prapen	-7,3275	-7,3064	112,7350	112,7620	0,429
8	Jl Andayani Rungkut Industri	-7,3275	-7,3312	112,7330	112,7690	0,429
9	Jl. Kertajaya Indah	-7,2790	-7,2807	112,7900	112,7810	0,429
		-7,2807	-7,2806	112,7810	112,7720	0,429
10	Jl. Raya ITS	-7,2746	-7,2765	112,7980	112,7900	0,274
		-7,2765	-7,2790	112,7900	112,7900	0,274
11	Jl. Mulyorejo	-7,2529	-7,2746	112,7950	112,7980	0,625
12	Jl. Arif Rahman Hakim	-7,2875	-7,2905	112,7620	112,8000	0,625
13	Jl Keputih Tegal	-7,2905	-7,2911	112,8000	112,8020	0,625
		-7,2911	-7,2942	112,8020	112,8020	0,625

No	Street Identity	Street Coordinate of Straight Segment (min_x, min_y, max_x, max_y) E, S				Normalized Average Load (gram/s)
		y-in	y-fin	x-in	x-fin	
14	Jl Medokan Semampir	-7,3075	-7,3073	112,7990	112,7930	0,625
		-7,3073	-7,3072	112,7930	112,7920	0,625
		-7,3072	-7,3102	112,7920	112,7810	0,625
15	Jl. Medokan Keputih	-7,2942	-7,2966	112,8020	112,8010	0,625
		-7,2966	-7,2971	112,8010	112,8010	0,625
		-7,2971	-7,2977	112,8010	112,8010	0,625
		-7,2977	-7,2978	112,8010	112,8010	0,625
		-7,2978	-7,3075	112,8010	112,7990	0,625
16	Jl. Wonorejo Timur	-7,3114	-7,3110	112,7810	112,7810	0,625
		-7,3110	-7,3083	112,7810	112,7910	0,625
		-7,3083	-7,3083	112,7810	112,7970	0,625
17	Jl Kedung Baruk	-7,3114	-7,3087	112,7800	112,7700	0,625
18	Jl. Semolowaru	-7,3015	-7,3049	112,7820	112,7990	0,625
19	Jl Nginden	-7,3064	-7,2663	112,7620	112,7610	0,625
20	Jl Nginden Semolowaru	-7,2995	-7,3015	112,7620	112,7820	0,625
21	Jl Rungkut	-7,3312	-7,3088	112,7690	112,7700	0,625
		-7,3088	-7,3312	112,7700	112,7690	0,625
22	Jl Gunung Anyar Lor	-7,3313	-7,3372	112,7810	112,7810	0,625
23	Jl Gunung Anyar Tengah	-7,3372	-7,3406	112,7810	112,7800	0,625
24	Jl Kyai Abdul Karim	-7,3406	-7,3385	112,7800	112,7680	0,625
25	Jl Raya Rungkut Menanggal	-7,3385	-7,3312	112,7680	112,7690	0,625
26	Jl Rrungkut Madya	-7,3313	-7,3319	112,7690	112,7880	0,625
27	Jl Medokan Ayu	-7,3319	-7,3330	112,7880	112,7920	0,625
28	Jl Raya Tenggilis	-7,3288	-7,3217	112,7450	112,7470	0,625
		-7,3217	-7,3201	112,7470	112,7630	0,625
		-7,3201	-7,3083	112,7630	112,7690	0,625
29	Jl. Tol Waru Juanda	-7,3425	-7,3507	112,7681	112,8026	0,209

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Lampiran 14 Script Model Dispersi

```
%% Insert Peta Administratif
img = imread('AdminSbyl.jpg');
min_x = xlsread('UPDM_V11','Phys_Data','C31');
max_x = xlsread('UPDM_V11','Phys_Data','C32');
min_y = xlsread('UPDM_V11','Phys_Data','C33');
max_y = xlsread('UPDM_V11','Phys_Data','C34');
imagesc([min_x max_x], [min_y max_y], flipud(img));
set(gca,'ydir','normal');
hold on; sc = 110447;%skala rata-rata m/degree
% difusivitas horizontal dan vertical (m2/s)
Dy = Dify; Dz = Difz;%difusifitas dalam m
%% Resolusi (GRID)
[x,y] = meshgrid
(linspace(min_x,max_x,grid),linspace(min_y,max_y,grid)
);
cP = zeros(size(x));
e = ones(size(x));
aa = (90-a)*pi/180; % a = arah angin ke ... dengan
acuan utara (N = 0) searah jarum jam
%% 2. Lines Sources
%% 2.1. Data beban emisi (g/s)
QJ = Factor*xlsread('UPDM_V11','LineS','K4:K48');
%input beban (g/s)
%% 2.2. LS_Data teknis sumber rata-rata
HE = xlsread('UPDM_V11','Phys_Data','D39');
% input tinggi sumber (m)
Hs = HE; % tinggi dalam m
Receptor = xlsread('UPDM_V11','Phys_Data','D40');
%tinggi reseptor (m)
v = s; % kec angin deg/det
z = receptor; % tinggi reseptor deg
%posisi jalan
x1 = xlsread('UPDM_V11','LineS','E4:E48');
% input koordinat x awal jalan
x2 = xlsread('UPDM_V11','LineS','F4:F48');
% input koordinat x akhir jalan
y1 = xlsread('UPDM_V11','LineS','C4:C48');
% input koordinat y awal jalan
y2 = xlsread('UPDM_V11','LineS','D4:D48');
% input koordinat y awal jalan
%Efektif plume dalam deg
cLS = zeros(size(x));
dz = Dz/100;
```

```

ma = tan((90-a)*pi/180); % gradient arah angin
terhadap reference (east)
%% 2.3. Perhitungan konsentrasi Dispersi
for j=1:length(QJ)
    str = num2str(j);
    plot([x1(j) x2(j)], [y1(j) y2(j)], 'LineStyle', '-
    ', 'LineWidth', 1, 'color'...
    , 'm'); text((x1(j)+x2(j))/2, (y1(j)+y2(j))/2, str,
    'color', 'r');
    m = (y2(j) - y1(j))/(x2(j) - x1(j)) ;
    k = y1(j) - m*x1(j);
    A = atan(m)*180/pi;
    B = (a-90) + A;
    d = ((-y+m*x+k)/(1+m^2)^0.5)/(sin(B.*pi/180))*sc;
    xe = (ma*x - m*x2(j) - y + y2(j))./(ma-m);
    ye = m*(xe-x2(j))+y2(j);
    Le = abs(y2(j) - y1(j));
    EF = 0.5*Le - abs(ye - 0.5*(y2(j)+y1(j)));
    E= (EF>=0).*EF; COR=E./E;
    COR(isnan(COR))=0;
    %if d==0
        %cJ =
1000000*(QJ(j)*e./(sqrt(2*pi)*dz)).*sc^(-3);
        %else
        cJ = ((39.2-
3.25*v).*(v^2)./((d>0).*d)).*(1000000*QJ(j)*e./(sqrt(2
*pi)*(d>0).*d.*dz)).*...
        % end
        cJ(isinf(cJ))=0; cJ(isnan(cJ))=0; cLS1 = cJ.*COR;
end
c=cP+cLS;
%% ISPU Location
xI6 = 112.789055; yI6 = -7.312331;
I6=c(round(grid*(yI6-min_y)/(max_y -
min_y),0),round(grid*(xI6-min_x)/(max_x - min_x),0));
D6 = Dt6;
%% Plot Pola Dispersi
conts=10:10:150;
ch =contour(x,y,c,conts,'Fill','on'); clabel(ch,[]);
map = [0,0,0
0.122,0,0
0.25,0,0
0.375,0,0
0.5,0,0

```

```

colormap(flipud(map)); c = colorbar; c.Label.String =
'Konsentrasi Ambien ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )';
%% Insert Peta Administratif
img = imread('AdminSbyl.jpg');
imagesc([min_x max_x], [min_y max_y], flipud(img));
set(gca, 'ydir', 'normal');
hold on; alpha(0.4)
%% Plot Angin vektor
[x,y] = meshgrid
(linspace(min_x,max_x,10),linspace(min_y,max_y,10));
vel = v*0.0000907;
u = vel*cos((90-a)*pi/180)*ones(size(x));
w = vel*sin((90-a)*pi/180)*ones(size(y));
wind_speed = sqrt(u.^2 + w.^2 );
quiver(x,y,u,w,0.1,'b');
axis([min_x max_x min_y max_y]);
%% title and SUF Plot
title({'Grid = ',num2str(grid),'; Date ',t, ' WIB;
wind velocity ', num2str(s), ' (m/s), ', ' direction
to ', num2str(a), ' (degree from north), and kinetic
constant ( $\lambda$ ) = ', num2str(lambda),'
( $\mu\text{g}/\text{s}$ )'];...
['Concentration (Modeled--Measured)  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ : SUF6
(',num2str(I6),'--',num2str(D6),')']);
plot(xI6,yI6,'dk');text(xI6, yI6,' SUF6','color','b')
clc

```

Lampiran 15 *Script Pembuatan Skenario Model Dispersi*

```

clear;
grid = 300; % resolusi perhitungan (membagi area
perhitungan menjadi n x n grid), 18562 s
SUF6 = xlsread('UPDM_V11.xlsx','AQ_Data','B4:B339');
arah=xlsread('UPDM_V11.xlsx','Phys_Data','AD4:AD339');
speed =
xlsread('UPDM_V11.xlsx','Phys_Data','AC4:AC339');fc =
xlsread('UPDM_V11.xlsx','Phys_Data','AI4:AI339');
lbd =
0.000002*xlsread('UPDM_V11.xlsx','Phys_Data','AJ4:AJ33
9');
DateNumber = 737030; formatOut = 'mmm.dd,yyyy HH:MM';
time = datestr(DateNumber,formatOut);%01 Dec 2017 =
737030, 02 Dec 2017 = 737031, 03 Dec 2017 = 737032, 04
Dec 2017 = 737033, 05 Dec 2017 = 737034, 06 Dec 2017 =
737035, 07 Dec 2017 = 737036, 08 Dec 2017 = 737037

```

```

%% dispersi
for n=1:length(arah);
    Dt6 = SUF6(n);
    Factor = fc(n); lambda = lbd(n);
    a=arah(n); s=speed(n); t =
datestr(DateNumber+(n)*0.02083333333334,formatOut);cla;
    PSLs_Loop2_promosi;
    drawnow
    MOD = I6;
    my_cell = sprintf('B%s',num2str(n+3));
A=xlswrite('UPDM_V11.xlsx',MOD,'Result_Model',my_cell)
;
end
%% Analysis
MOD6=xlsread('UPDM_V11','Result_Model','B4:B339');
ts6 = timeseries(SUF6,0.5+0.5*t);ts61 =
timeseries(MOD6,0.5+0.5*t);
ts6.TimeInfo.Units = 'hours';ts61.TimeInfo.Units =
'hours';
ts6.TimeInfo.StartDate = '01-Dec-2017
00:30';ts61.TimeInfo.StartDate = '01-Dec-2017 00:30';
% Set start date.
ts6.TimeInfo.Format = 'MMM d
HH:mm';ts61.TimeInfo.Format = 'MMM d HH:mm'; %
Set format for display on x-axis.
ts6.Time = ts6.Time - ts6.Time(1);ts61.Time =
ts61.Time - ts61.Time(1); % Express time relative to
the start date.
figure('Name','Simulation Plot SUF6-MOD
','NumberTitle','off')
subplot(2,2,[1,2])
plot(ts6,'-k'); hold on
plot(ts61,'--b'); grid; title('SUF-6, Data and Model
Ploted');
legend('data','model','Location','northeast','Orientat
ion','horizontal');
ylabel('[SO2]-ambient (\mug/m^3)'); hold off
subplot(2,2,3)
p = polyfit(SUF6,MOD6,1); a = p(1); b = p(2); yMOD =
a*SUF6+b; plot(SUF6,MOD6,'.k',SUF6,yMOD); grid;
legend('SUF-MOD','L-
Regression','Location','southeast');
rmse = rms(MOD6 - SUF6); R = corrcoef(SUF6,MOD6);
ylabel('model'); xlabel('data');title({'Correlations
SUF6-MODEL';['RMSE = ',num2str(rmse),'; R =

```



```

',num2str(R(1,2)), ' (MOD = ',num2str(p(1)), ' x SUF6 +
',num2str(p(2)), ')]}');
figure('Name','Simulation All Plot Models
','NumberTitle','off')
subplot(2,1,1)
plot(ts61,'-y'); hold on
title('SUF All, Model Ploted'); legend('Model in
SUF6','Location','southoutside','Orientation','horizon
tal');
ylabel('[SO2]-ambient (\mug/m^3)');
SUF = SUF6; MOD = MOD6;
subplot(2,1,2)
p = polyfit(SUF,MOD,1); a = p(1); b = p(2); yMOD =
a*SUF+b; plot(SUF,MOD,'.k',SUF,yMOD); grid;
legend('SUF-MOD','L-
Regression','Location','southeast');
rmse = rms(MOD - SUF); R = corrcoef(SUF,MOD);
ylabel('model'); xlabel('data');title({'Correlations
All SUF-MODEL';['RMSE Total = ',num2str(rmse),'; R =
',num2str(R(1,2)), ' (MOD = ',num2str(p(1)), ' x SUF +
',num2str(p(2)), ')]}');
clear
clc

```

Lampiran 16 *Script Pembuatan Overlay Hasil Skenario*

```

A = imread('12-34.jpg');
B = imread('56-78.jpg');
C = imfuse(A,B,'blend','Scaling','joint');
imshow(C)

```

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BIOGRAFI PENULIS



Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara, lahir di Pamekasan pada tanggal 19 April 1994. Penulis mengenyam pendidikan dasar pada tahun 2000-2006 di SDN Bandungan 2 Kabupaten Pamekasan. Kemudian dilanjutkan di MTsN Model Sumber Bungur Pamekasan 3 pada tahun 2006-2009, sedangkan pendidikan tingkat atas dilalui di SMAN 1 Pamekasan pada tahun 2009-2012. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan Sarjana di Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan, ITS

Surabaya pada tahun 2014 melalui jalur SBMPTN tulis dengan NRP 03211440000066.

Selama perkuliahan, penulis aktif di bidang manajerial seperti menjadi staff BSO IECC BEM ITS (ITS Mengajar for Indonesia), kepala divisi *Social Development* Departemen Sosial Masyarakat (SOSMAS) HMTL FTSP ITS, Koordinator Tim Surabaya *Open Defecation Free* (ODF) HMTL FTSP ITS dan anggota Komunitas Pecinta dan Pemerhati Lingkungan (KPPL). Beberapa seminar tentang lingkungan baik tingkat institut maupun tingkat Surabaya pernah diikuti penulis dalam rangka pengembangan diri dan menambah wawasan.

Pada Tahun 2017, penulis mengikuti kerja praktik di PT Pertamina (Persero) *Refinery Unit V* Balikpapan mengenai Studi Pengelolaan Limbah B3 di PT Pertamina (Persero) *Refinery Unit V* Balikpapan. Apabila pembaca ingin berdiskusi lebih lanjut mengenai Tugas Akhir, serta ingin memberikan kritik dan saran, penulis dapat dihubungi melalui email: irma.muflihah@gmail.com

"Halaman ini sengaja dikosongkan"